Département de Physique

Projet de fin d'étude

En vue d'obtenir le diplôme de Licence Sciences et Techniques

LST Physique Appliquée

Sous le thème :

Elaboration d'une supervision de la station PKF avec le DCS yokogawa et TIA Portal

Réalisé par :

Aboussabr Saad

Encadrant Universitaire :

Pr. Abdellatif EL AZRAK

Encadrant Industriel

Mr. Mouhssine Chafik

Soutenu le 12 juin 2023, devant le jury composé de :

Pr. A. El Azrak	**FSTM**	**Examinateur**
Pr. N. Moussaid	**FSTM**	**Examinateur**
Pr. M. Essabre	**FSTM**	**Examinateur**

Année Universitaire 2022-2023

Remerciement:

On tenat d'abord à exprimer mes sincères gratitudes à la direction de COSUMAR qui m' a permis d'effectuer cette formation professionnelle.

Mon respect et mes remerciement vont à mes encadrants qui ont répondu à tous mes questions et bien m'exprimé les techniques et outils cruciale pour achever des bons résultats; ainsi que l'encouragement qui n'a jamais cessé

de mes parents et amis sincères.

For you, Mom, All my love.

Synthèse:

Comme c'est souvent le cas avec les écoles d'ingénieurs alternant études théoriques et examens pratiques, Mon projet de fin d'année spécialisé en communication et supervision se développera sur un sujet concernant une entreprise marocaine conglomérée.

Afin de mieux comprendre ce que c'est que d'être ingénieur au sein d'une équipe structurée et organisée, j'ai choisi de mener mon sujet en **Cosumar**, une grande entreprise prestigieuse, construite autour de la production et de la distribution de produits sucriers au niveau national et international, contribuant au développement du secteur agricole marocain.

Ce rapport contiendra des informations, examens et analyses sur l'entreprise dans laquelle je suis en stage, mes observations sur l'environnement de travail, les différentes tâches que j'ai eu à effectuer avec mon superviseur, et le sujet que j'ai développé. L'accent sera mis sur les mesures et la conception d'uen supervision, l'amélioration qui peut amener l'entreprise vers un taux d'efficacité plus élevé, et enfin, l'identification de la valeur de Cosumar sur la base des nombreuses notes clés que nous observons.

Sommaire:

Introduction: 6
Partie I : Présentation de Stage – Procédé de Fabrication 7
I. Présentation d'entreprise 7
1. Historique : 7
2. Production: 8
3. Fiche technique et carte graphique 10
II. Généralités sur le sucre : 11
1. Sucre - Saccharide : 11
2. Les plantes sacchariféres : 11
3. Valeur nutritionnelle et impact sur l'homme. 11
III. Processus de raffinage de sucre 12
1. Réception et Stockage 12
2. Empattage : 13
3. Fonte : 13
4. Épuration : 13
5. Filtration Chimique : La décoloration 15
6. Évaporation: 16
7. Cristallisation : 16
IV. Station de désucrage des boues – Station PKF 17
1. Machine PKF 18
2. Plaques filtrantes 19
3. Fonctionnement de la machine 20
PARTIE II : Supervision de la Station PKF avec le DCS Yokogawa Centum VP et Tia Portal 23
I. Problématique et Méthodologie de résolution du problème (DMADV) : 23
1. Cadrage du Problématique : 23
2. DMADV 24
II. Comprendre les différents éléments du problème 25
1. Plan de travail 25
2. Temps de réalisation : 26
3. Les équipes responsables : 26

III. Mesure des facteurs critiques 27
1. API Siemens S7-300 27
2. S7-300 dans la station PKF 30
3. DCS Yokogoawa Centum VP 32
1. Unité de contrôle de terrain dans STG-02 36
2. Informations qu'on doit communiquer – Risques potentiels : 37
IV. Analyse Fonctionnelle Complète 40
1. Protocoles de communication : 40
2. Meilleur Protocol pour Station PKF et DCS Centum VP 42
3. Coût totale: 45
V. l'élaboration du concept 46
1. Programmation du S7-300 46
2. Programmation du centum VP 49
3. Supervision avec DCS 58
VI. Vérification: 61
1. Consigne 61
2. Bénéfices 61
Conclusion: 62

Introduction:

COSUMAR est l'une des plus grandes raffineries de sucre du Maroc, dont l'histoire remonte aux années 1920. Au fil des ans, la société a adopté diverses avancées technologiques pour améliorer ses processus de production. L'automatisation a joué un rôle important dans l'amélioration de l'efficacité, de la précision et de la sécurité des opérations de l'usine, entraînant une augmentation de la productivité et de la rentabilité. Cela a permis à COSUMAR de répondre à la demande croissante de sucre tant au niveau national qu'international.

Mon sujet me demande d'intégrer une section de la raffinerie contrôlée manuellement dans le système de contrôle automatisé déjà établi dans les salles de supervision.

Mon rapport est divisé en deux parties. La première partie explique l'histoire de COSUMAR en tant que conglomérat leader dans le raffinage et la distribution du sucre au Maroc, et met en lumière la valeur du sucre dans notre vie quotidienne, puis explique en détail le processus de raffinage du sucre, en commençant par l'importation de la matière de base et en terminant par le stockage de la matière raffinée finale. Je discutera également en détail de ce qu'est une station PKF et de son fonctionnement, car sa compréhension m'aidera à mieux développer mon projet.

La deuxième partie, en revanche, sera consacrée à l'approfondissement du sujet proprement dit. En suivant un format d'analyse strict appelé DMADV, je définirai les composants clés que je dois étudier pour comprendre le fonctionnement du système de contrôle de COSUMAR, tels que les API et les CPU, puis je prendrai mes mesures de tout ce qui est important, je déciderai de la meilleure approche et je concevrai la solution optimale, en finissant par vérifier si elle fonctionne ou non.

Au fur et à mesure que j'avance dans ce projet, je me rends compte qu'il y a beaucoup à apprendre, ce qui signifie que je dois constamment me surpasser pour acquérir de nouvelles compétences et de nouvelles connaissances. Tout au long de ce parcours, je suis impatient d'évoluer professionnellement tout en apportant une contribution précieuse à l'industrie.

Partie I : Présentation de Stage – Procédé de Fabrication

I. Présentation d'entreprise

1. Historique :

Figure 1: Logo Cosumar

Fondée en Avril 1929 par Saint-Louis de Marseille sous le nom de "Cosuma", COSUMAR a été un révolutionnaire stable dans la production de sucre à travers le secteur agricole marocain.

Cependant, le 1er janvier 1967, le gouvernement a décidé d'investir un capital supérieur à 50% afin de devenir propriétaire de la société et de changer le nom de "COSUMA" en COSUMAR (**Co**mpagnie **Su**crière **Mar**ocaine). La même année, ils avaient absorbé des raffineries de sucre et en avaient construit de nouvelles autour de Doukkala pour atteindre une valeur de production de plus de 6000 tonnes par jour.

L'ONA, le premier groupe privé marocain, s'est emparé de COSUMAR en 1985, tandis que le reste était détenu à des pourcentages plus faibles par d'autres sociétés d'investissement et holdings. C'est également à cette époque que la société est introduite à la bourse de Casablanca.

En 1993, Cosumar a absorbé plus d'usines de production de sucre à Sidi Bennour et Zmamra tout en construisant plus de raffineries autour.

En 2005, Cosumar a acquis quatre sociétés sucrières publiques (SUTA, SURAC, SUNABEL, SUCRAFOR) pour devenir la première raffinerie de sucre nationale du Maroc.

Les processus de modernisation et de mise à jour du matériel ont commencé en 2006 pour améliorer la qualité et l'efficacité de la production et faire passer la valeur totale de la production de 6 000 tonnes par jour à 15 000 tonnes par jour.

Depuis, Cosumar a obtenu de nombreuses récompenses pour son rôle d'entreprise agricole (médaille FAO 2009) et (le label RSE GCEM) pour son impact environnemental au Maroc.

2. Production:

Plusieurs produits sont fabriqués dans les usines de Cosumar, y compris, mais sans s'y limiter :

❖ Pain de sucre :

Le pain de sucre est un bloc compact et cristallisé de sucre issu de la canne à sucre. Il est de couleur blanche ou dorée selon le traitement qu'il a subi. Utilisé principalement pour sucrer les boissons chaudes ou froides, il apporte une touche d'originalité et de raffinement à toutes vos recettes. Sa forme en cône est idéale pour une présentation élégante lors de vos cocktails ou desserts.

Figure 2: Pain de Sucre

❖ Lingot de sucre :

Le lingot de sucre, ou sucre en morceaux, est une forme traditionnelle de présentation du sucre en France. Il est fabriqué de la même manière que le sucre granulé,

mais sa forme rectangulaire lui confère une allure plus sophistiquée. Il est souvent utilisé pour sucrer le café ou le thé, mais peut également être écrasé pour les recettes de pâtisserie.

Figure 3: Lingot de Sucre

❖ Sucre Granulé

Le sucre granulé est la forme la plus courante de sucre dans nos cuisines. Il s'utilise pour sucrer toutes sortes de préparations, des pâtisseries aux boissons. Il est issu de la cristallisation du jus de canne à sucre, et est ensuite séché, tamisé et emballé. Son utilisation est simple et pratique, et sa teneur en saccharose vous apporte un apport énergétique rapide lors de vos fringales.

Figure 4; Sucre Granulée

❖ Morceau de sucre :

Le morceau de sucre est une petite pastille compacte de sucre blanc, souvent utilisée pour sucrer le café ou le thé. Il est également connu sous le nom de « petite feuille », et peut être aromatisé avec des extraits naturels de plantes ou de fruits. Cependant, son format discret le rend parfois difficile à doser de manière précise, et il est moins pratique pour les recettes de pâtisserie.

3. Fiche technique et carte graphique

Raison Sociale	Cosumar Compagnie sucrière de Raffinat
Président général	Mohamed Fikrat
directeur général	Mohamed Lazar
Registre Commercial	Maison 300 07
Siège social	8 rue Mouatamid Ibnou Abbad, BP 3098 Roches Noires Casablanca-Maroc
Tél	0529028300
Site Web	www.cosumar.co.ma
Statut juridique	Société anonyme
Secteur d'activité	Production en agroalimentaire
Capital	179 105 700,00 DH
Chiffre d'affaire	6 Milliards de DH
CNSS	1928003
Breveté	30701380

Tableau 1: Fiche Technique

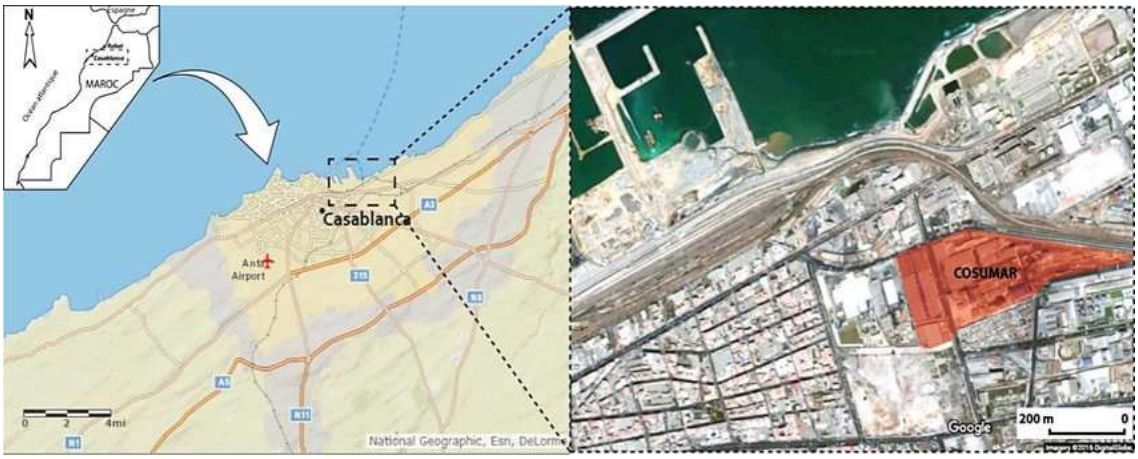


Figure 5: Cosumar sur Google Maps

II. Généralités sur le sucre :

1. Sucre - Saccharide :

Le sucre fait référence à un glucide soluble au goût sucré qui est couramment utilisé comme édulcorant dans les aliments et les boissons. Sa composition chimique est composée d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, qui forment des structures complexes qui fournissent de l'énergie au corps lorsqu'elles sont consommées. Le sucre peut également être naturellement présent dans les fruits, le miel et d'autres sources végétales.

2. Les plantes saccharifères :

1. Canne à sucre : L'une des plantes les plus courantes et les plus efficaces pour produire du sucre. La canne à sucre est une grande plante vivace qui pousse dans les régions tropicales du monde entier. Les tiges de la canne à sucre contiennent du saccharose, qui est extrait pour produire du sucre.
2. Betterave sucrière : Type de légume-racine utilisé pour produire du sucre. Les betteraves à sucre sont cultivées dans les climats tempérés du monde entier. Le sucre est extrait de la racine de la plante, qui contient des niveaux élevés de saccharose.

3. Valeur nutritionnelle et impact sur l'homme.

L'impact du sucre sur l'humanité a été important tout au long de l'histoire. Les sucres sont un élément essentiel de notre alimentation depuis des siècles et ont été utilisés à diverses fins, notamment pour conserver les aliments, fournir de l'énergie et ajouter de la saveur aux plats. Cependant, la surconsommation de sucre a été liée à de nombreux problèmes de santé, notamment l'obésité, le diabète et la carie dentaire. La valeur nutritionnelle du sucre est également un sujet de débat. Bien que le corps ait besoin d'un

certain niveau de sucre pour produire de l'énergie, le type de sucre et la quantité consommée sont cruciaux. Les sucres naturels présents dans les fruits et légumes offrent de nombreux avantages pour la santé et sont une source vitale de vitamines et de minéraux essentiels.

Cependant, les sucres ajoutés, tels que ceux que l'on trouve dans les aliments et les boissons transformés, n'offrent aucune valeur nutritive et sont souvent riches en calories, entraînant une prise de poids et d'autres problèmes de santé. L'impact du sucre sur l'espèce humaine est complexe et il est nécessaire de mieux connaître les effets des différents types de sucres et leur rôle dans une alimentation saine. Grâce à l'éducation et à de meilleurs choix, nous pouvons réduire l'impact négatif du sucre sur notre santé tout en profitant des plaisirs d'une gâterie sucrée.

III. Processus de raffinage de sucre

1. Réception et Stockage

COSUMAR reçoit ses matières premières du Maroc ou du Brésil. Le sucre brut provenant du Brésil est récolté à partir de cannes à sucre. Il représente environ 100% du sucre transformé par la raffinerie de casablanca. Pendant toute l'année, le sucre brésilien arrive dans des conteneurs géants par bateaux, chacun d'une capacité d'environ 17 000 tonnes. La raffinerie a besoin d'environ 3 à 4 bateaux de sucre pour produire son record de 4 400 tonnes de sucre raffiné par jour.

Le sucre est transporté par camions jusqu'à l'usine, où il est déchargé dans des trémies de silo. Il voyage à travers des courroies de transport à l'intérieur du silo pour le stockage. Il y a cinq silos, un principal d'une capacité de 30 000 tonnes et 4 plus petits d'une capacité de 17 000 tonnes chacun. Le poids du sucre entrant et sortant est contrôlé avec une balance à camion.

Des silos alimentent constamment l'usine en sucre brut. Pour le raffinage, du sucre de différentes qualités est mélangé pour maintenir la productivité de l'usine.

2. Empattage :

Cette première étape vise à décaper une gangue, composée d'impuretés externes, se trouvant autour des cristaux de sucre par frottements. Le sucre arrive dans les empâteurs. Un empâteur est une sorte de malaxeur munie d'une double enveloppe permettant la circulation de la vapeur. Ils sont d'une capacité de 270 hl et sont munis de pâles pour agiter le mélange.

A l'intérieur des empâteurs, s'effectue le mélange du sucre brut et de l'eau. Le mélange ainsi obtenu s'appelle "masse cuite d'empâtage" d'un Brix de 90 à 92 et une température de 50-55°C

3. Fonte :

Cette étape a pour but de faire fondre le sucre pour extraire les impuretés internes au niveau de l'épuration.

Le sucre est poussé à l'aide de vis d'Archimède vers un premier fondoir à la sortie des broyeurs où l'eau sucrée est ajoutée. Le mélange est pompé vers des échangeurs de chaleur à plaques pour réguler sa viscosité, puis vers un deuxième fondoir pour fixer son brix à 63 et son pH à 7,5-8. Le mélange passe ensuite par un deuxième échangeur pour atteindre une température de 75-80°C. Dans le premier fondoir, de l'amylase est ajoutée au sucre pour décomposer l'amidon.

à la fin de cette étape, le produit obtenu est appelé « fonte commune » ou « commune non carbonatée »

4. Épuration :

Cette opération sert à éliminer le sucre des impuretés internes qui se résumait à l'intérieur des cristaux. Pour faire la séparation, le sucre passe d'abord par la carbonatation puis par la filtration.

- **Carbonatation :**

Le but est l'élimination des matières organiques et une grande partie des matières colorantes par addition du **lait de chaux**.

La fonte commune est conduit par des pompes vers la station de carbonatation qui comprend trois chaudières, tout en série, qui doivent être traversées par la fonte. Chaque chaudière a une capacité supérieure à celle qui est après: la première est d'une capacité de 55 m^3, la deuxième de 50 m^3 et la troisième de 45 m^3. Chaque chaudière est alimentée par 8 entrées de lait de chaux, afin d'augmenter la surface d'échange avec le sirop. Des chicanes ont été installées pour avoir un mélange homogène. La réaction obtenue est :

CaO + H2O -------> Ca(OH)2

La concentration de la chaux absorbée se diminue d'une chaudière à celle qui convient. Ainsi, au niveau de la première chaudière la concentration est de 5,5 g/l, vu que 80 % de la carbonatation s'effectue dans celle-ci, la deuxième 2,5 g/l et la troisième 1,15 g/l.

Cette réaction se fait efficacement à une température de 75°C. A une température inférieure à 75°C, la vitesse de réaction va diminuer et au-delà de cette température, il y a risque d'inversion du saccharose.

A chaque chaudière, le mélange sirop et lait de chaux est mélangé avec du CO2 produit à la centrale thermique. Les réactions mises en jeu sont les suivantes :

$$CO_2 + H_2O \text{ -------> } H_2CO_3$$

$$Ca(OH)_2 + H_2CO_3 \text{ -------> } CaCO_3 + 2H_2O$$

Le CaCO3 formé va adsorber une grande proportion d'impuretés du sirop et va précipiter.

- **Filtration Mécanique :**

La filtration permet l'élimination des précipités contenus dans le sirop carbonaté. Après la carbonatation, le sirop doit passer par la filtration mécanique sur des toiles synthétiques filtrantes de capacité de 30 m^3 chacune commandée par l'automatisme, chacun enveloppé d'une toile qui laisse passer le sirop seulement, alors que le carbonate de calcium

s'accumule autour de la toile, en formant un gâteau d'une certaine épaisseur, qui facilite d'avantage la filtration, sur l'instantané donc un sirop limpide, envoyé vers le bac de la commune filtrée puis vers les colonnes de décoloration. Une fois le gâteau épaissi, on fait un débâtissage. La boue issue de cette opération est mélangée à une eau adoucie, puis filtrée et désucrée dans des filtres presse au niveau de la station de désucrage des boues.

5. Filtration Chimique : La décoloration

Cette opération permet l'élimination des fines particules d'impuretés telles que les cendres et les sels minéraux, qui n'étaient pas emportées lors de la carbonatation et qui pouvaient maculer la blancheur du sucre. Elle consiste en l'adsorption des particules sur les résines échangeuses d'ions. Avant d'atteindre les colonnes de résine, la commune classée passe tout d'abord par des filtres dits de protection avec des mails de 50 µm de diamètre pour empêcher le passage des particules en suspension qui pourraient encombrer la résine et réduire ainsi sa durée de vie qui est de l'ordre de 4 ans.

Pendant la phase de décoloration, la résine se charge en matières colorantes et en anions divers, elle se sature au cours du temps. Il est nécessaire d'extraire les impuretés ainsi retenues, pour cela on fait une régénération à contrecourant, il existe deux types de régénération :

- Régénération basique : par un mélange de la (saumure « Na Cl + NaOH »), elle se fait après chaque cycle.

- Régénération acide : à l'aide de l'acide chlorhydrique (HCl), elle se fait après dix cycle, puis on fait un rinçage suivi d'une régénération basique pour éliminer des impuretés organiques retenues sur la résine et pour neutraliser le pH.

6. Évaporation:

A ce niveau, la raffinade est prête à être cristallisée, mais il est intéressant de la réchauffer, et de l'évaporateur afin d'augmenter son Brix de 65 à 74. Cette opération se fait dans des chaudières appelées CEFT (Corps Evaporateur à Flux Tombant). Ces dernières sont alimentées par la vapeur parvenue du bouilleur. C'est un appareil producteur de la vapeur, il est alimenté par la vapeur d'échappement issue des turboalternateurs ou de la vapeur à haute pression directement après une détente (de 41 bars à 1.5 bars) et de l'eau parvenue de la bâche chaufferie (un collecteur de condensas). Les fluides vapeur-eau passent à contre-courant à travers un faisceau tubulaire situé en bas du bouilleur. Ainsi vaporisée, la raffinade est envoyée à la station de cristallisation.

7. Cristallisation :

Le but de cette étape est de former le maximum de cristaux à partir de la liqueur standard, qui est composé de trois flux : la raffinade concentrée, l'égout riche et le sirop. La cristallisation se fait dans des appareils à cuits cuits. Elle permet aussi d'enlever une grande partie d'eau et d'extraire les grains de saccharose.

Figure 6: Machines de Cristallisation

IV. Station de désucrage des boues – Station PKF

La filtration est un processus utilisé pour séparer les particules et les fluides en suspension, où le fluide peut être un liquide ou un gaz. Elle consiste en le passage à travers un milieu approprié capable de retenir les particules solides par action physique. Le média filtrant est composé de particules solides telles que des toiles métalliques, du sable et du gravier.

Pour faciliter l'opération et augmenter la vitesse de passage du liquide, on applique une force telle que l'aspiration sur les filtres ou la pression sur le liquide à filtrer.

La séparation se fait grâce au média filtrant qui retient les particules solides et laisse passer le liquide. Le dernier est appelé le "filtrat" tandis que les particules solides retenues dans les filtres sont appelées "le gâteau".

Figure 7: Station PKF avec salle de control à gauche, Machine PKF au milieu, et boîte à API à droite

1. Machine PKF

Conçu spécifiquement pour l'industrie sucrière, le Putsch® PKF n'a qu'un seul objectif, éliminer les boues contenues dans les eaux de boues afin de récupérer les eaux sucrées qui ont été recyclées ou mélangées lors de l'étape de raffinage.

L'usine contient deux machines PKF fonctionnant en parallèle. L'eau boueuse est pompée des réservoirs avec une pompe centrifuge depuis les niveaux inférieurs de la station. le filtrat est envoyé dans des conduites spécifiques pour être refiltré et réutilisé dans la raffinerie tandis que les tourteaux sont déversés dans un champ sous les filtres-presses pour le chargement et le transport. L'eau de lavage et de nettoyage est stockée et pompée à travers des filtres avant d'être utilisée dans des filtres-presses.

Figure 8: Machine Putsch® PKF en cours de séchage.

2. Plaques filtrantes

Les filtres-presses sont constitués d'une succession alternée de plaques et de plateaux supportés par des rails et maintenus ensemble par une pression hydrolique. Les plateaux sont des plaques métalliques pleines avec des canaux recouverts d'une sous-tissu grossière pour drainer les liquides filtrés. Le but des liquides est de maintenir une certaine distance entre les plateaux successifs et de créer un volume dans lequel les boues sont introduites.

Les filtres-presses comportent deux trous diagonalement opposés qui, après serrage, forment deux collecteurs. Les boues arrivent par le premier et le filtrat est évacué par le second. Le filtrat est évacué via un collecteur de tuyaux et est pratiquement exempt de solides. En raison de la résistance du gâteau de construction, la pression de filtration augmente.

Les particules solides, retenues par le tissu, s'accumulent dans l'espace entre deux plateaux et forment ce qu'on appelle le gâteau. Le dernier est collecté en relâchant la pression et en le laissant tomber sous les filtres-presses.

Figure 9: Filtres-presses non compressés

3. Fonctionnement de la machine

- Remplissage et Filtration :

Pendant la filtration, les boues entrent dans le filtre presse. Après avoir atteint la quantité de boues réglable, les filtrats commencent à s'évacuer vers le bac à filtrats. Lors de la filtration, une quantité minimale de matière sèche doit être pompée dans le filtre presse afin d'éviter un endommagement des membranes. Si pendant la filtration, la quantité de boues fixée n'est pas sensible, les membranes ne seront pas gonflées lors du cycle, l'alarme se déclenche et la filtration est terminée.

Figure 10: Alignement des Filtres

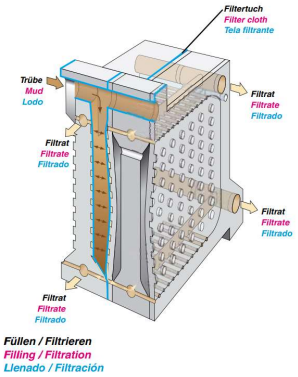


Figure 11: Procédé de filtration

- Désucrage :

Les boues résiduelles dans le canal en fin de filtration sont rincées à l'eau qui rentre dans le filtre-presse. Les boues se trouvant dans le filtre presse sont chassés vers le bac à filtrats par les sorties filtrats.

- Compactage préliminaire :

Les membranes sont gonflées à l'air comprimé à une pression sélectionnée (2,5 bar). Cette pression est maintenue durant un temps réglable. Les filtrats extraits des tourteaux s'écoulent vers le bac à filtrats.

- Compactage intermédiaire :

  Après écoulement du temps de compactage préliminaire sélectionné, la pression de gonflage des membranes augmente à 4,5 bars, cette pression est maintenue durant un temps réglable. Les filtrats extraits des tourteaux s'écoulent vers le bac à filtrats.

- Lavage des tourteaux :

  Une quantité d'eau de lavage est pompée dans le filtre presse. Dans cette étape l'eau ne peut sortir du PKF qu'en traversant tous les tourteaux. Le sucre encore présent dans le tourteau est ainsi extrait par l'eau. Lesles filtrats de lavage du tourteau sont conduits vers le bac à filtrats. La pression de l'eau et son débit sont réglables par la vitesse de rotation de la pompe. Le temps de lavage du tourteau est contrôlé. Ce temps de contrôle est réglé et déclenche une alarme si la quantité d'eau de lavage fixée n'a pas traversé le tourteau dans les tours de temps imposés.

- Compactage final :

  Durant cette étape, la pression de gonflage des membranes augmente à 6,5 bars. Les filtrats extraits des tourteaux sous l'effet de la pression s'écoulent vers le bac à filtrats.

- Séchage des tourteaux :

  Dans cette étape, de l'air comprimé rentre dans le filtre presse. Cet air comprimé ne sort du filtre presse qu'en traversant obligatoirement tous les tourteaux. A la sortie du filtre presse, l'air comprimé est conduit vers un hydrocyclone au-dessus du bac à boues.

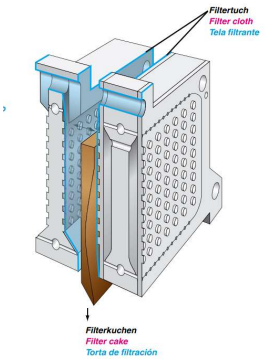


Figure 12: Décharge des Gâteaux

- Purge du canal à l'eau boueuse

  Dans cette étape, le canal à l'eau boueuse est nettoyé à l'air comprimé. L'air entre dans le filtre presse, puis au bout du canal à l'eau boueuse sur la pièce de queue du filtre presse. Après avoir traversé le canal à l'eau boueuse, l'air sort du filtre presse sur la pièce de tête et est conduit vers l'hydrocyclone au-dessus du bac à boues. La durée du nettoyage du canal à l'eau boueuse est contrôlée.

- Séchage du canal à l'eau boueuse :

  Une fois la durée de purge du canal à l'eau boueuse évacuée, ce canal est séché à l'air qui rentre directement dans le canal à l'eau boueuse à partir de la pièce de tête, l'air introduit sort du filtre presse , puis est conduit vers l'hydrocyclone au-dessus du bac à boues.

- Mise à l'atmosphère et débâtissage du filtre :

  En fin de cycle de filtration au lieu de la détente d'air des membranes et toutes les sorties filtrées sont ouvertes. Le filtre presse reste environ 10 secondes avec les vannes ouvertes afin de réduire la pression résiduelle. En fin d'étape de mise à l'atmosphère du filtre presse, la pression hydraulique est réduite et le filtre-presse débâti. Le cycle se termine à la fermeture des panneaux d'égouttures.

--Fin Partie--

PARTIE II : Supervision de la station PKF avec le DCS Yokogawa Centum VP et Tia Portal

I. Problématique et Méthodologie de résolution du problème (DMADV) :

1. Cadrage du Problématique :

L'installation d'une station PKF a permis à l'entreprise d'économiser environ 200 000 DH chaque année en récupérant le sucre perdu dans les boues. Une telle station dispose de sa propre équipe personnalisée composée d'ingénieurs qui nettoient et entretiennent régulièrement les machines, supervisent le processus automatisé via les panneaux intégrés et appellent la maintenance en cas de problème.

Néanmoins, l'organisation souhaite réduire le temps de réponse et conserver un enregistrement pour suivre les anomalies dans le processus d'investigation et de mise à niveau sans avoir besoin d'être à l'intérieur de la station. C'est pourquoi notre objectif est d'établir une communication entre les automates contrôlant les machines et le système de contrôle sur le terrain supervisant l'usine.

Nous essayons d'établir une communication d'informations entre la station PKF indépendante qui extrait l'eau sucrée des boues et la salle de contrôle STG-2 au sein de la sucrerie Cosumar en utilisant des protocoles de communication standard de l'industrie.

Du côté de la station PKF, nous utiliserons Tia Portal pour programmer l'automate Siemens S7-300 afin d'envoyer les informations à l'aide de graphset et Logique LADDER.

Du côté de la salle de contrôle STG-2, nous utiliserons le système de contrôle de production intégré DCS Yokogawa Centum VP afin de lire les informations et de créer une interface lisible pour tous les utilisateurs connectés.

2. DMADV

Le DMADV est une méthode scientifique de réalisation des nouveaux projets décrivant la séquence des cinq étapes fondamentales ci-dessous :

1. Définir : Cette première étape de la démarche DMAIC consiste à définir le problème ainsi que les objectifs du projet à travers les différents éléments : la problématique soulevée, les personnes et les départements concernés, les outils nécessaires, aussi de définir le processus à améliorer .

2. Mesurer : Cette deuxième phase de la démarche DMAIC consiste à déterminer les mesures pertinentes à collecter et à faire une étude physique pour connaître parfaitement le processus de référence et l'ampleur du problème à résoudre. Ensuite, les données nécessaires sont traitées et préparées pour être analysées dans l'étape suivante.

3. Analyse : Lors de cette phase, les données décrites précédemment vont être mises en évidence afin de décortiquer le processus en question et déterminer les causes potentielles de défaillances pour cerner les solutions à apporter par la suite.

4. Conception (Design) : Cette étape de la DMADV comprend à la fois une conception détaillée et une conception de haut niveau pour l'alternative sélectionnée. Les éléments de la conception sont classés par ordre de priorité et, à partir de là, une conception de haut niveau est élaborée. Une fois cette étape terminée, un modèle plus détaillé sera prototype afin d'identifier les erreurs éventuelles et d'apporter les modifications nécessaires.

5. Vérification : Dans cette étape finale, On s'assure que les résultats de la conception répondent aux exigences de la conception (vérification) et que le produit conçu fonctionne de manière satisfaisante dans les conditions réelles ou simulées de l'utilisation prévues (validation).

Nous allons travailler dans les pages suivantes avec cette méthode qui se montre utile pour cadrer et résoudre notre problème.

II. Comprendre les différents éléments du problème

1. Plan de travail

1. Tout d'abord, nous devons déterminer les normes de communication du simatic S7-300 et du DCS yokogawa centum VP.
2. Ensuite, nous comparons les protocoles de communication communs et déterminons comment ils fonctionnent et s'ils répondent à nos besoins.
3. Nous déterminons la vitesse, le processus de mise en œuvre et le coût de l'adaptation des protocoles de communication, et nous choisissons le meilleur.
4. On installe le protocol, puis crée la fiche de supervision dedans le DCS.
5. Nous testons en envoyant des informations d'un côté à l'autre.

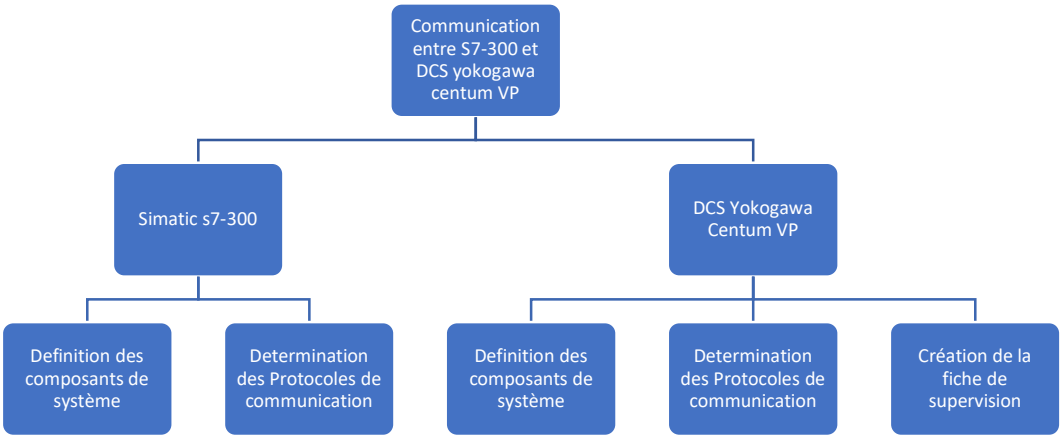


Figure 13: Tâches à accomplir pour chaque système

2. Temps de réalisation :

Temps	Responsabilité
1er mois	Bureau de méthode établira le cahier de charge
2eme mois	La compagnie annonce le cahier de charge à des contracteur indépendante
3eme mois	les candidats sont testés sur leur compétences, La compagnie choisira ceux qui ont les compétences requis et coût le moins, sinon l'atelier des équipement le faira celui-même.
4eme mois	Mesure et Analyse fonctionelle complète
5eme mois	Commande des accessoires requis
6eme mois	Installation, Programmation et Essaie
7eme mois	Intégration au système actuelle de COSUMAR

Tableau 2: calendrier des objectifs

3. Les équipes responsables :

Bureau de Méthode:

- Création du cahier de charge
- Commande des accessoires
- Recherche des contracteur

Bureau d'achat:

- Trouver les meilleurs vendeurs
- Payment des accessoires

Atelier d'equipement:

- Mesure
- Installation
- Maintenance
- Supervision
- Programmation des informations

III. Mesure des facteurs critiques

1. API Siemens S7-300

Introduction aux API et au Simatic s7-300

Un automate programmable, ou PLC en anglais, est un ordinateur robuste utilisé pour l'automatisation industrielle. Ces contrôleurs peuvent automatiser un processus spécifique, une fonction de machine ou même une ligne de production entière.

Le simatic S7-300 est utilisé dans le monde entier et a fait ses preuves des millions de fois. Les contrôleurs universels simatic s7-300 économisent de l'espace d'installation et se caractérisent par une conception modulaire. Une vaste bibliothèque de modules peut être utilisée pour étendre le système de manière centralisée ou pour créer des structures décentralisées pour la tâche à accomplir.

L'introduction du s7-300 a également vu la sortie d'une nouvelle norme de bus de terrain "Profibus" et a lancé la communication utilisant l'Ethernet industriel entre les dispositifs automatisés.

Le processeur du s7-300 en particulier a contribué à consolider le rôle de siemens en tant que leader de l'industrie, même s'il est prévu qu'il soit discontinué en 2023

Les nombreux modules d'un simatic S7-300

Composants	**Fonction**
Rail de montagne (Rack)	Un rack pour contenir le s7-300
Alimentation (PS)	Convertit la tension de ligne en 24 VDC et alimenter le s7-300 et circuits de charge 24 VDC
CPU	Cela exécute le programme utilisateur Fournit une alimentation 5V au s7-300 Communique avec les autres MPI Nœuds de réseau via l'interface MPI

Modules E/S numériques (SM)	Ils correspondent à différents signal de processus niveaux vers le s7-300
Modules de fonction (FM)	Ceux-ci effectuent des opérations critiques et processus gourmand en mémoire tâches de traitement du signal comme la réglementation
Processeur de communication (CP)	Cela effectue la communication pour le processeur
Module d'interface (IM)	Relie les rangées individuelles dans un s7-300
Câble Profibus avec connecteur de bus	Connecter les nœuds d'un MPI ou Profibus Subnet entre eux.
Répéteur RS485	Utilisé pour amplifier les signaux dans Un sous-réseau MPI ou Profibus et Pour le couplage de segments d'un MPI Ou sous-réseau Profibus
Appareil de programmation (PG) ou PC avec le logiciel step7	Vous aurez besoin d'un PG pour configurer les paramètres, programmer et tester Le s7-300

Tableau 3: Les composants d'un Simatic s7-300

Que fait le simatic s7-300 ?

Le simatic s7-300 sert comme interface physique entre les appareils de l'usine ou de l'atelier de fabrication et un système de controle (DCS Yokogawa) ou un IH (Interface Humaine). Il peut communiquer, surveiller et contrôler des processus automatisés complexes tels que les convoyeurs, le contrôle de la température, les cellules robotisées et de nombreuses autres machines industrielles.

Dans notre cas, il surveille la multitude de capteurs et de vannes qui lui sont attachés et envoie des données au DCS pour la supervision et l'enregistrement des données.

Comment ça marche?

- Surveillance des entrées : L'API surveille les entrées de données pertinentes et envoie les données à la CPU. Certains automates n'utilisent que des entrées de données avec des entrées discrètes (marche/arrêt), mais les automates dotés de capacités analogiques peuvent accepter des entrées analogiques pour les variables continues. Les entrées peuvent provenir d'appareils IoT, de robots, de capteurs de sécurité, d'IHM ou de presque tout autre type de point d'entrée de données.

- Programmation logique : chaque automate est construit avec une unité centrale à microprocesseur, soit 16 bits, soit 32 bits. Les ingénieurs et les techniciens programment l'UC de l'API pour qu'elle reconnaisse certaines conditions et valeurs et apporte des modifications aux sorties en fonction de ses règles programmées. La CPU vérifie constamment l'état des variables et prend des décisions en fonction des conditions programmées. Cette prémisse simple permet une grande variété de conceptions et de fonctions.

- Contrôle de sortie : sur la base de la logique programmée, l'API contrôle divers interrupteurs, démarreurs de moteur, relais et autres dispositifs connectés à ses sorties. Cela permet aux automates de prendre le contrôle de processus mécaniques tels que le fonctionnement d'une machine. Les ingénieurs peuvent également relier plusieurs parties du système en programmant des automates pour envoyer leur signal de sortie à un autre automate dans une chaîne.

Pourquoi utilisons-nous ce s7-300 dans la station de boues ?

le processus des machines PKF est contrôlé par deux siemens s7-300 pour chacun, avec des modules IO configurés autour des vannes, qui contrôlent l'entrée et la sortie de l'eau sucrée, des boues et de l'air comprimé.

La base de données des deux automates est alimentée simultanément par un troisième automate qui contient les informations de toutes les machines de la station et trois

capteurs de niveau des bacs contenant de l'eau sucrée, de l'air comprimé et de l'eau de désucrage.

Figure 14: Automate intérieur de la machine PKF-2

2. S7-300 dans la station PKF

Figure 15: Boite Encadrante + Interface Siemens

Figure 16: S7-300 Master de station PKF

Le simatic s7-300 en question est composé de :

- Une alimentation
  série : 6ES7972-0CB35-0XA0

- Une CPU 315-2DP Unité centrale avec MPI Alimentation intégrée 24 VDC et une Mémoire de travail 128 Ko
  série : 6ES7315-2AG10-0AB0

- Une entrée numérique SM 321, Isolée 32 DI, 24 VDC, 1x 40 pôles
  série : 6ES7321-1BL00-0AA0

  la communication s'effectue par l'intermédiaire de l'unité centrale, nous examinons donc d'abord les bus de communication intégrés :

Figure 17: Les interfaces de communication

- La première interface (à gauche) est une RS 485 dédiée à la communication MPI. Elle dispose de 16 connexions et transmet à un débit maximal de 187,5 kbit/s.

- La seconde interface (à droite) est également une RS 485, dédiée à la communication Profibus-DP. Elle dispose d'une limite de 16 connexions et d'un taux de transmission de 12 Mbits/s. Elle peut avoir un maximum de 124 esclaves DP.

3. DCS Yokogoawa Centum VP

Introduction aux DCS Yokogawa Centum VP

le DCS est un système de capteurs, de contrôleurs et d'ordinateurs associés qui sont répartis dans une usine. Chacun de ces éléments sert un objectif unique tel que l'acquisition de données, le contrôle de processus, ainsi que le stockage de données et l'affichage graphique. Ces éléments individuels communiquent avec un ordinateur centralisé via le réseau local de l'usine, souvent appelé réseau de contrôle. En tant que « cerveau central » de l'usine, le DCS prend des décisions automatisées en fonction des tendances de production, il les voit en temps réel dans toute l'usine.

Yokogawa est une société industrielle japonaise qui a commencé par la fabrication et la vente de compteurs électriques en 1915.

Yokogawa a présenté son premier CENTUM DCS en 1975. Centum V et Centum-XL ont suivi dans les années 1980. CENTUM CS et CS 3000 ont été introduits dans les années 1990.

La gamme CENTUM CS 3000 s'est poursuivie dans les années 2000, qui a également été la décennie où le ProSafe-RS SIS a été introduit.

La décennie 2010 nous a présenté CENTUM VP. La version actuelle est la version 6 qui a été introduite en 2014.

Citant le site Web centum VP « Yokogawa a lancé son système de contrôle distribué (DCS) CENTUM en 1975, une première mondiale. CENTUM VP est la neuvième génération de la série CENTUM. Reconnus pour leurs performances robustes, les systèmes CENTUM établissent des normes élevées d'excellence en matière d'ingénierie et de technologie tout en garantissant une rétrocompatibilité avec les versions précédentes du système et la prise en charge des applications technologiques les plus récentes. L'ingénierie axée sur la connaissance est au cœur de CENTUM, un produit phare de Yokogawa qui sert fièrement l'industrie des procédés depuis plus de 45 ans.

Les différents éléments du Centum VP

- Système de contrôle de terrain (FCS) :

  La station de contrôle de terrain (FCS) est une combinaison de FIO et de N-IO, elle fournit le contrôle réel du processus de l'usine. Toutes les informations de processus sont placées sur le réseau de contrôle appelé Vnet/IP.

- Unité de contrôle sur le terrain (FCU) :

  Il contient l'alimentation, le contrôleur et les modules d'entrée/sortie de terrain (FCU). Dans notre cas, la salle de contrôle du STG-02 utilise l'unité de contrôle de terrain AFV30S. Il dispose de 2 modules d'alimentation, de 2 modules processeur et d'un maximum de 8 modules d'E/S.

- Station d'interface humaine (SIH ou IHM) :

  Un SIH est principalement utilisé pour les opérations, mais des stations supplémentaires peuvent également être configurées pour l'ingénierie.

- Sortie d'entrée réseau (NIO):

  Le module d'E/S est l'interface entre le module de contrôle et l'instrument de terrain. Fonctions du module d'E/S pour gérer l'entrée et la sortie d'une valeur de processus, convertir les signaux du numérique à l'analogique et vice versa. Le module d'entrée obtient la valeur du transmetteur et fournit la valeur de processus au FCU pour traitement, tandis que le FCU envoie la valeur manipulée au module de sortie à envoyer au régulateur.

  Chaque champ d'instrument doit avoir un alias sur le module d'E/S. Chaque instrument de terrain a un nom unique sur le module d'E/S.

Comment fonctionne le Centum VP au sein d'une usine :

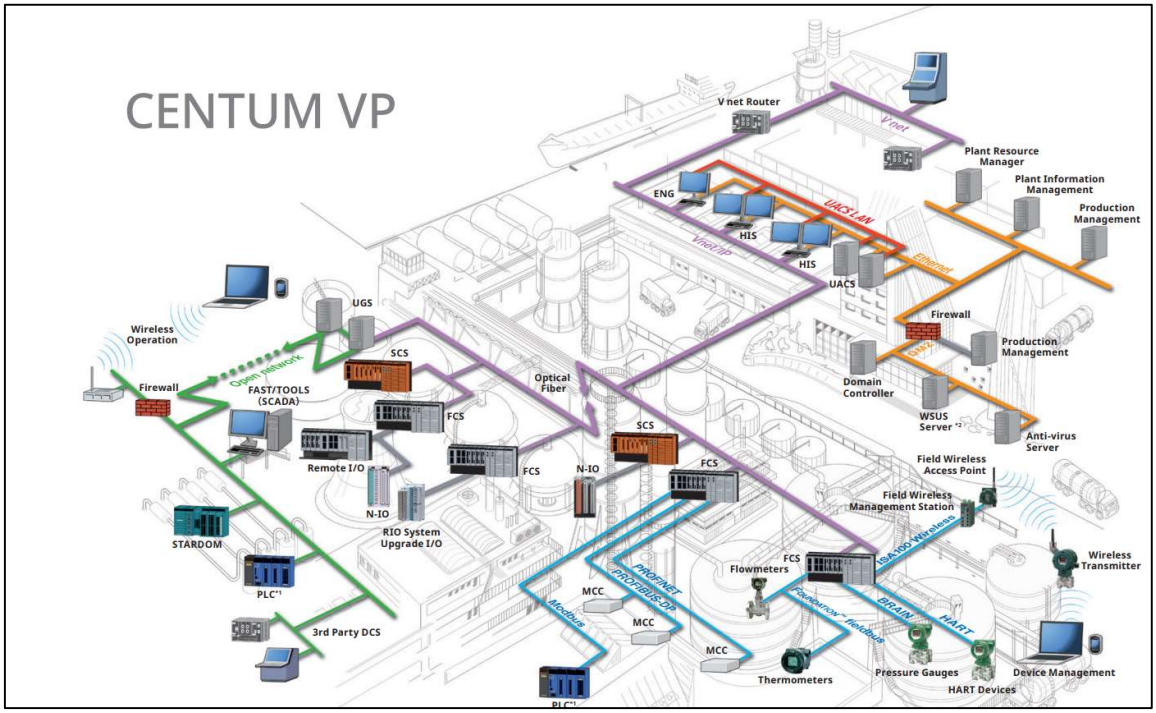


Figure 18: Architecture de Centum VP

Yokogawa Centum VP est un système DCS qui utilise une unité de contrôle centrale ou un serveur, qui connecte plusieurs modules d'entrée/sortie ou des modules d'entrée/sortie (E/S) distants pour contrôler divers dispositifs de terrain tels que des capteurs, des vannes et des actionneurs.

L'architecture système de Yokogawa Centum VP comprend des contrôleurs distribués, qui sont connectés au serveur principal et agissent comme des E/S distantes au sein de l'usine. Les contrôleurs sont responsables de la collecte et de la transmission des données des appareils de terrain au serveur principal, qui envoie ensuite des commandes et des signaux de contrôle aux appareils de terrain.

Le système Yokogawa Centum VP comprend également une interface homme-machine (HMI) qui permet aux opérateurs de surveiller et de contrôler l'ensemble du fonctionnement de l'usine à partir d'un emplacement centralisé. L'IHM affiche l'état des opérations de l'usine, les alarmes et les événements, les données en temps réel des

variables de processus et d'autres informations critiques qui permettent à l'opérateur de prendre des décisions éclairées et de contrôler l'usine en temps réel.

De plus, Yokogawa Centum VP utilise des algorithmes de contrôle avancés tels que la logique floue, le contrôle prédictif et le contrôle basé sur un modèle, qui optimisent le système de contrôle en ajustant les paramètres du contrôleur en fonction des données mesurées, et améliorent ainsi les performances, l'efficacité et la capacité du système. fiabilité.

Dans l'ensemble, le système Yokogawa Centum VP DCS fournit une solution de contrôle et de surveillance centralisée pour divers processus industriels, permettant aux entreprises d'améliorer l'efficacité, le contrôle et la sécurité de leurs opérations.

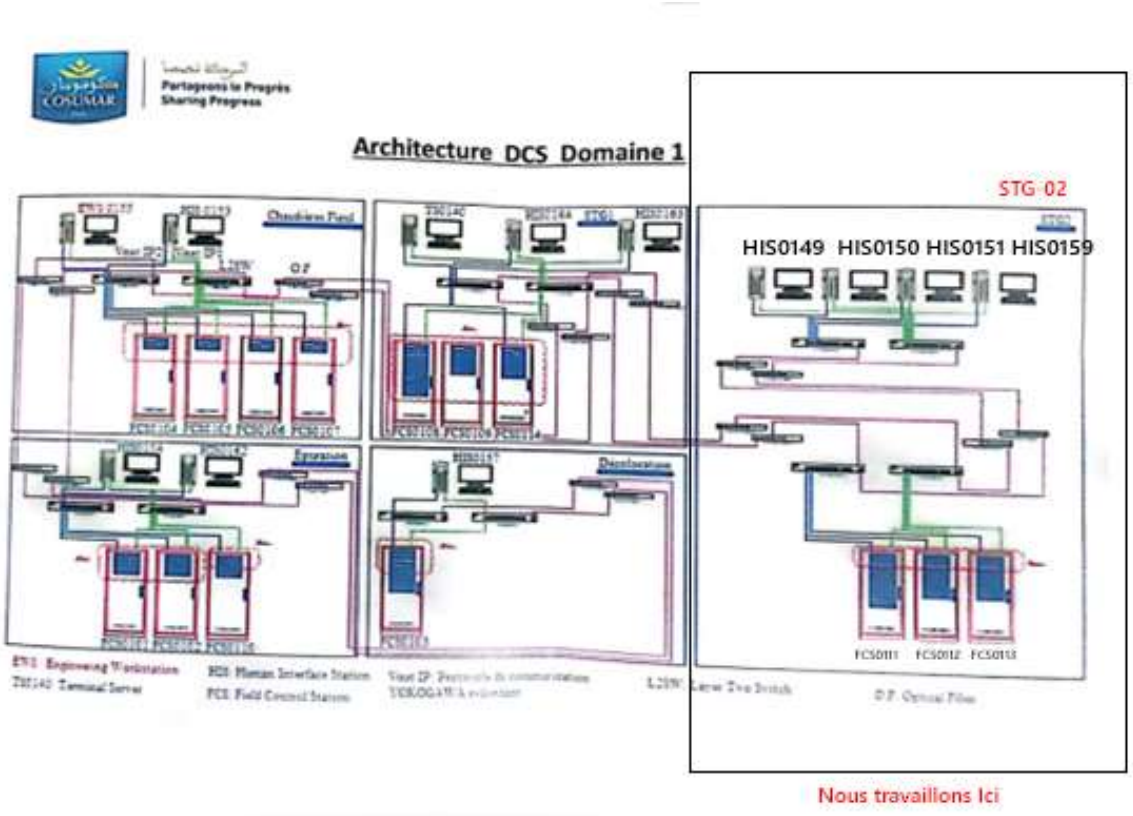


Figure 19: Architecture de Centum VP dans COSUMARz

1. Unité de contrôle de terrain dans STG-02

Figure 20: FCS 0111 dans STG02 avec 4 Noeuds

L'unité de contrôle de terrain utilisée dans la salle de contrôle STG-02 est le modèle A2FV70S. Il contient:

- Module d'alimentation (PW482) : 2 modules pour une configuration à double redondance.

- Module processeur (CP461) : 2 modules pour une configuration à double redondance. Une configuration à double redondance est activée en utilisant 2 modules identiques avec le même code de modèle (CP461).

- Modules d'E/S : Max. 8

  Ce FCS est connecté directement au système de contrôle distribué et est surveillé par plusieurs stations d'interface humaine autour de STG-02.

  Selon le manuel Yokogawa centum VP : Les normes de communication pour le Centum VP incluent le bus de terrain FOUNDATION™, HART®, PROFIBUS-DP, PROFINET, DeviceNet™, Modbus®, Modbus/TCP, Ethernet®/IP et ISA100 Wireless™ (ISA100 .11a norme sans fil).

2. Informations qu'on doit communiquer – Risques potentiels :

Chaque machine PKF travaille avec son propre simatic s7-300 qui possède sa propre base de données, qui couvre les vannes logiques et les différentes variables à l'intérieur, le tableau ci-dessous répertorie toutes les informations d'une machine PKF.

Figure 21: Modules entrée-sortie connecté au S7-300

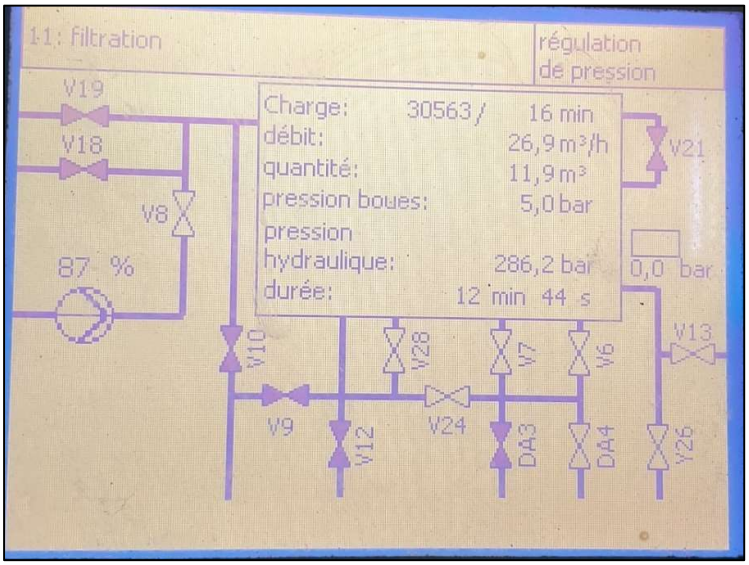


Figure 22: Information sur l'écran du Machine PKF

Information	Type	Taille	Commentaire
V.19	logique	3 bits	Vanne logique
V.8	logique	3 bits	Vanne logique
V.18	logique	3 bits	Vanne logique
V.10	logique	3 bits	Vanne logique
V.9	logique	3 bits	Vanne logique
V.12	logique	3 bits	Vanne logique
V.28	logique	3 bits	Vanne logique
V.24	logique	3 bits	Vanne logique
V.27	logique	3 bits	Vanne logique
V.6	logique	3 bits	Vanne logique
V.13	logique	3 bits	Vanne logique
V.21	logique	3 bits	Vanne logique
DA.3	logique	3 bits	Vanne logique
DA.4	logique	3 bits	Vanne logique
Y.26	Analogique	mot – 16 bits	Vanne de Régulation
Charge	Analogique	mot – 16 bits	Nbre de cycle + Durée totale
Débit	Analogique	mot – 16 bits	Pourcentage de coulée
Quantité	Analogique	mot – 16 bits	Quantité de boue
Pression Boues	Analogique	mot – 16 bits	Pression de Boues
Pression Hydraulique	Analogique	mot – 16 bits	Pression de compression
Durée	Analogique	mot – 16 bits	Durée d'une phase
Pression	Analogique	mot – 16 bits	Pression pendant la compression
Total		170 bits	

Tableau 4: Informations qu'on doit communiquer

Ces informations vont doubler car nous avons 2 machines avec la même quantité de données :

$$170 \times 2 = 340 \text{ bits}$$

Nous ajouterons également 3 informations supplémentaires provenant des capteurs de niveau dans les cuves :

Figure 23: Siamtic écran représentant les différents niveaux des bacs

- Bac à boues : 16 bits
- Bac à eau de désucrage : 16 bits
- Bac à filtre : 16 bits

$$340 + (16 \times 3) = 388 \text{ bits}$$

La norme de l'industrie consiste à ajouter environ 25 % d'espace supplémentaire pour les entrées si nécessaire :

$$388 + 25\ \% = 485 \text{ bits}$$

Enfin, on nous demande d'ajouter environ (16 bits x 6) d'espace pour les informations de sortie, pour un total :

$$485 + (16 \times 6) = 581 \text{ bits}$$

Donc, on doit être capable de communiquer 581 bits d'informations efficacement et sans perte.

Potentiels de risques :

- Incompatibilité en protocol de communication
- Distance trop loin entre station PKF et STG-02
- Espace insuffisant pour ajouter des nouveaux modules
- Vitesse de transmission lente

IV. Analyse Fonctionnelle Complète

L'analyse vise à améliorer la qualité globale du processus, à assurer sa standardisation et à éliminer les inefficacités. Il s'agit d'une étape cruciale vers la résolution optimale d'un processus, permettant aux entreprises de rationaliser leurs opérations, d'améliorer la productivité et de réduire les coûts. En effectuant une analyse complète, les entreprises peuvent identifier les goulots d'étranglement, utiliser des solutions rentables et améliorer la satisfaction des clients. Par conséquent, entreprendre une analyse complète et complète des processus commerciaux est une étape indispensable vers une résolution optimale, la création d'un modèle commercial durable et la réussite à long terme.

1. Protocoles de communication :

Les protocoles de communication sont l'ensemble des lignes directrices et des règles qui régissent l'échange de données entre deux appareils ou plus dans un réseau. Ils garantissent que les données sont transmises avec précision, efficacité et sécurité, et que les appareils peuvent comprendre les messages des autres. Les protocoles de communication peuvent être classés en différentes couches selon leurs fonctions, de la couche physique qui traite de la transmission physique des données, à la couche application qui définit la manière dont des applications spécifiques interagissent entre elles. Certains protocoles de communication populaires incluent TCP/IP, HTTP, SMTP, FTP et autres. Ils sont essentiels pour assurer une communication efficace et sécurisée dans les réseaux, des réseaux locaux à Internet.

Il existe plusieurs protocoles de communication, tels que :

- Modbus : Il s'agit d'un protocole populaire utilisé pour la communication entre différents dispositifs d'automatisation, y compris les API et les DCS. Il s'agit d'un protocole simple et ouvert qui permet une intégration facile entre les appareils de différents fabricants.

- Profibus : Il s'agit d'un autre protocole courant utilisé pour la communication entre les API et les DCS. Il s'agit d'un protocole à grande vitesse qui prend en charge une large gamme de dispositifs d'automatisation.

- DeviceNet : Il s'agit d'un protocole développé par Allen-Bradley (maintenant Rockwell Automation) pour la communication entre les dispositifs d'automatisation. Il est couramment utilisé dans les environnements manufacturiers et industriels.

- EtherNet/IP : Il s'agit d'un protocole ouvert largement utilisé pour la communication entre les dispositifs d'automatisation industrielle, y compris les API et les DCS. Il est basé sur la suite de protocoles TCP/IP et prend en charge la communication à haut débit.

- OPC (OLE for Process Control) : Il s'agit d'un protocole standard de communication entre différentes applications dans les systèmes d'automatisation industrielle. Il est largement utilisé pour la communication entre les DCS et d'autres dispositifs d'automatisation.

- HART (Highway Addressable Remote Transducer) : Il s'agit d'un protocole utilisé pour la communication entre les dispositifs de contrôle de processus, y compris les API et les DCS. Il prend en charge les signaux analogiques et numériques et peut être utilisé pour la configuration et le diagnostic des appareils à distance.

2. Meilleur Protocol pour Station PKF et DCS Centum VP

Les normes de communications de simatic S7-300 et DCS Centum VP :

Simatic S7-300 315-DP	DCS Yokogawa Centum VP
MPI	FOUNDATION Fieldbus
Profibus-DP	CERF
PtP	Profibus-DP
Ethernet industriel	ProfiNet
ASI	Modbus RTU/Modbus TCP

Tableau 5: Standards de communication pour chaque côté

On determinera d'après le tableau ci-dessus que le seul standard de communication commun entre les deux est : PROFIBUS-DP

Étant donné qu'il s'agit de la seule norme de communication possible qui ne nécessite pas l'ajout de modules supplémentaires ou la modification de l'automate, et qui augmente par la suite les coûts, **nous travaillerons avec le protocole Profibus-DP comme solution préférée.**

Qu'est-ce que Profibus ?

Profibus (Process Field Bus) est un protocole de communication numérique largement utilisé dans les systèmes d'automatisation de processus. Il a été conçu pour être un protocole polyvalent, ouvert et flexible pouvant être utilisé dans diverses applications industrielles, notamment la fabrication, le traitement chimique et la production d'énergie. Aujourd'hui, Profibus est considéré comme l'un des protocoles de bus de terrain les plus courants au monde, avec plus de 30 millions d'appareils installés dans le monde.

Avantages de Profibus ?

Le protocole Profibus est capable de transmettre des données entre des systèmes de contrôle industriels, des capteurs et des actionneurs. Il intègre différents débits de transmission, de 9,6 kbps à 12 Mbps, ce qui en fait un choix idéal pour les applications nécessitant un transfert de données à haut débit. Le protocole utilise une méthode de communication série appelée signalisation différentielle, qui aide à réduire le bruit et les interférences électromagnétiques (EMI).

Le protocole Profibus offre plusieurs avantages aux utilisateurs finaux, notamment une productivité accrue, un échange de données efficace et une réduction des temps d'arrêt. Grâce à son architecture ouverte, il est facile à intégrer à plusieurs systèmes de contrôle tels que les systèmes SCADA (contrôle de supervision et acquisition de données), DCS (systèmes de contrôle distribués) et autres dispositifs de terrain. Il utilise également des protocoles de communication standard facilitant l'accès aux données et le fonctionnement à distance des appareils.

Différence entre Profibus-DP et Profibus-PA ?

Profibus est divisé en deux catégories : Profibus-DP (Decentralized Peripherals) et Profibus-PA (Process Automation). Profibus-DP est utilisé pour connecter des appareils tels que des automates programmables (automates programmables), des modules d'E/S et des capteurs intelligents à des contrôleurs centraux. Il s'agit d'un protocole à haut débit qui fonctionne à une vitesse de transmission allant jusqu'à 12 Mbps, ce qui le rend idéal pour les applications qui nécessitent un échange de données rapide. Alors que Profibus PA a été conçu principalement pour les zones dangereuses comme une atmosphère explosive.

Est-il capable de transmettre les informations requises d'une façon efficace ?

Taille d'information qu'on doit transférer : 581 bits

Les trois aspects les plus importants lors de la conception d'un réseau PROFIBUS DP sont la longueur du câble, le débit en bauds et le répéteur.

Le débit en bauds peut être sélectionné lors de l'installation, entre 9,6 Kbps et 12 Mbps, en indiquant la longueur de câble maximale correspondante en conséquence :

- 9,6 kbps = 1200 mètres
- 19,2 kbps = 1200 mètres
- 45,45 kbps = 1200 mètres
- 93,75 kbps = 1200 mètres
- 187,5 kbps = 1000 mètres
- 500 kbps = 400 mètres
- 1,5 Mbit/s = 200 mètres
- 3 Mbps = 100 mètres
- 6 Mbps = 100 mètres
- 12 Mbit/s = 100 mètres

La longueur relative du câble peut être augmentée en appliquant des répéteurs spéciaux, ProfiHubs et ComBricks.

La distance entre Station PKF et STG-02 est d'environ 600m

Ce qui signifie que chaque option de la liste ci-dessus est satisfaisante. Il ne sera donc pas nécessaire d'utiliser des répéteurs RS-485.

Comment va-t-il fonctionner ?

Tout d'abord, nous avons établi que les deux systèmes peuvent communiquer en utilisant le même protocole de communication. Dans ce cas, les deux systèmes prennent

en charge le protocole Profibus-DP, nous pouvons donc l'utiliser pour établir la communication.

Configuration matérielle : aucune modification ne sera apportée du côté du s7-300 car il s'agit d'un processeur 315-DP (dans Siemens, si le nom du processeur se termine par DP, cela signifie qu'il a l'option Profibus intégrée). En ce qui concerne le Centum VP : nous devrons ajouter un module de communication Profibus compatible (ALP121) à l'un des emplacements d'E/S vides du rack. Nous connecterons les modules Profibus des deux automates via un câble Profibus, et assurez-vous de attribuer à chaque module une adresse unique. Nous devrons également déterminer la distance entre la station PKF et l'unité de contrôle dans STG-02

Configuration du logiciel : Afin de programmer l'API et le DCS, nous aurons respectivement besoin du portail TIA et du système de contrôle intégré DCS yokogawa.

Dans Tia Portal, nous allons programmer la CPU s7-00 en tant qu'esclave Profibus. Dans le programme Yokogawa, nous programmerons l'ALP121 (module de communication Profibus) pour qu'il agisse en tant que maître Profibus. Nous configurerons les paramètres nécessaires, tels que le mappage des données d'entrée/sortie et la vitesse de communication.

Au final, une fois la communication programmée, nous testerons la connexion en envoyant et en recevant des données entre les deux automates. Nous surveillerons l'échange de données à l'aide des outils de diagnostic des programmes respectifs et apporterons les ajustements nécessaires à la configuration.

3. Coût totale:

Produit	**Cout**
Cable Profibus	16dh * 600m = 9600 dh
Module ALP121 de communication	4000 dh
Totale	**13.600 dh**

Tableau 4: Prix Totale

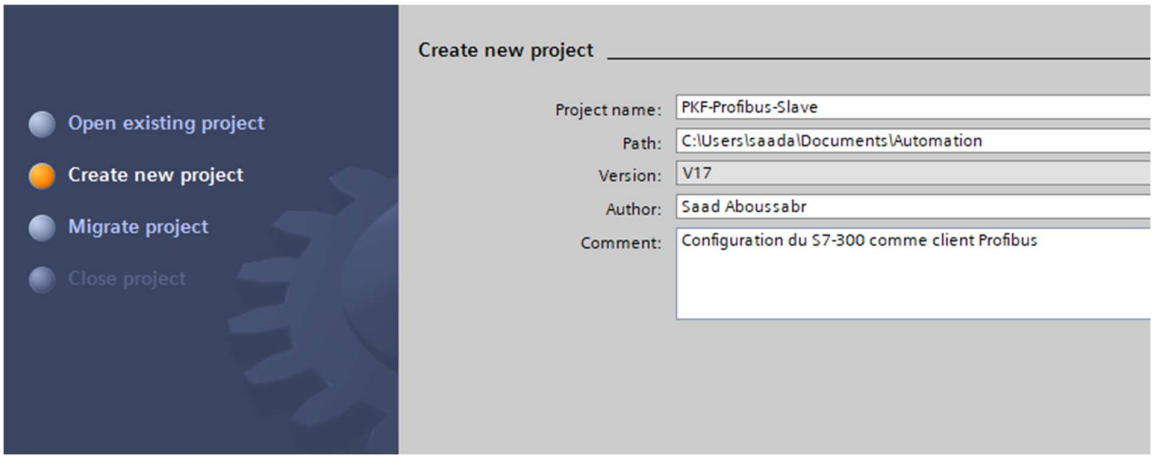
V. l'élaboration du concept

La conception d'un projet impliquant plusieurs fonctions nécessite souvent l'utilisation de différents logiciels de programmation pour chaque fonction individuelle. Ce processus peut être difficile, car il nécessite beaucoup de planification et de coordination entre les développeurs. Néanmoins, avec la bonne approche et une compréhension claire des objectifs du projet, il peut être simplifié. Une bonne prise en compte des différents facteurs tels que l'expérience utilisateur, la fonctionnalité et la flexibilité dans le processus de conception est essentielle.

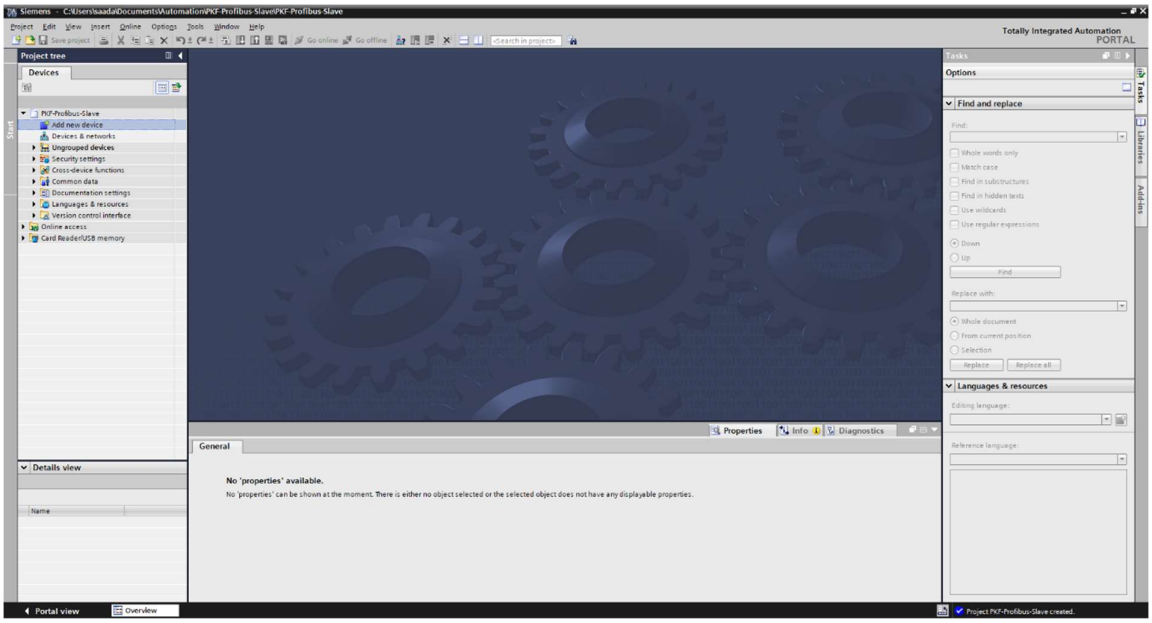
Une fois les principaux objectifs et buts définis et les logiciels requis identifiés, l'équipe de développement peut commencer à concevoir le projet en conséquence. Voici quelques considérations et étapes clés impliquées dans la conception d'un lien de communication réussi entre deux systèmes.

1. Programmation du S7-300

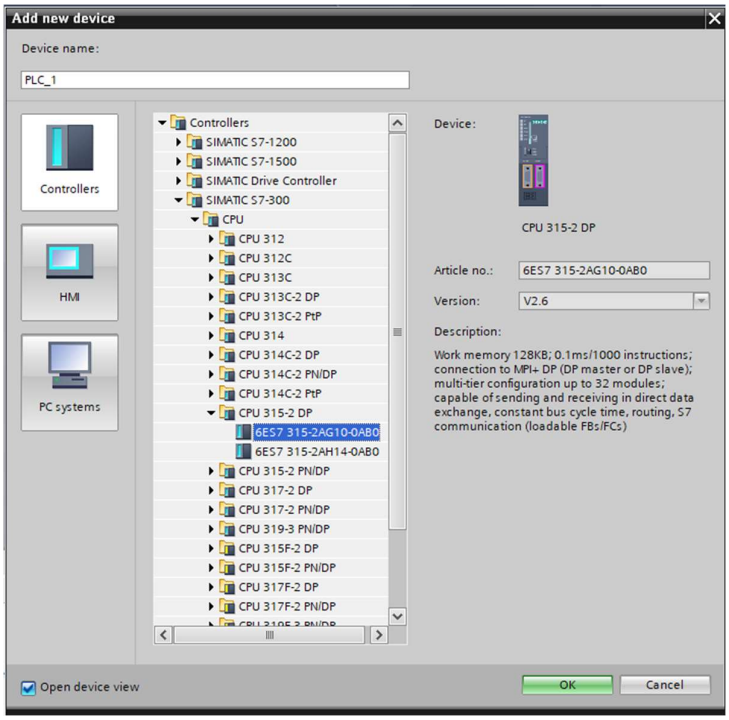
Nous utiliserons le portail TIA pour préparer le s7-300 à la communication, en commençant par la création d'un nouveau projet



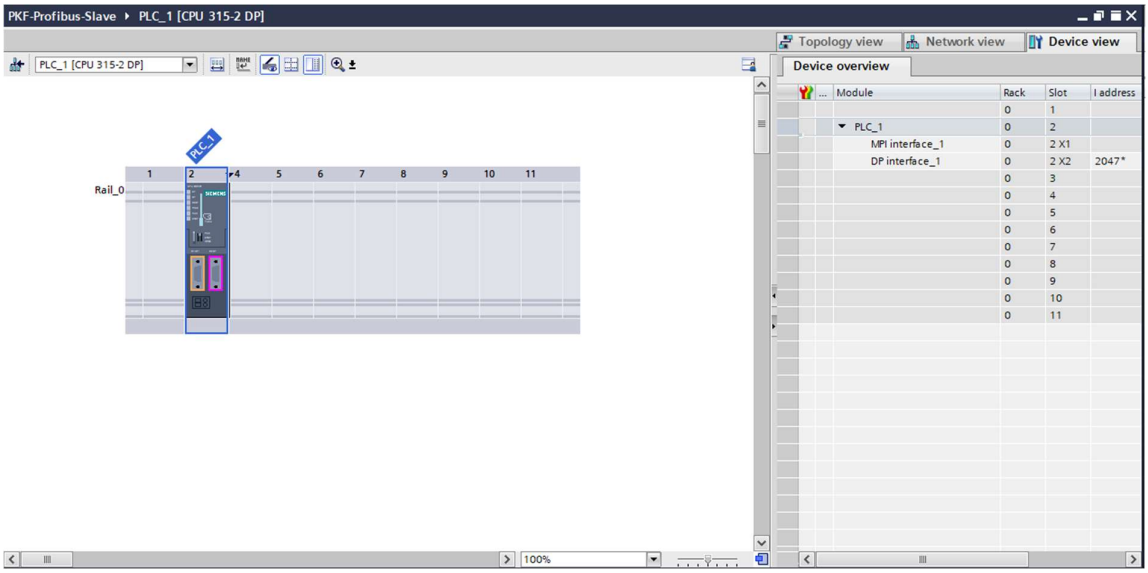
La fenêtre de projet du portail tia est l'endroit où nous allons travailler les détails de la vitesse de transmission et de l'adresse IP



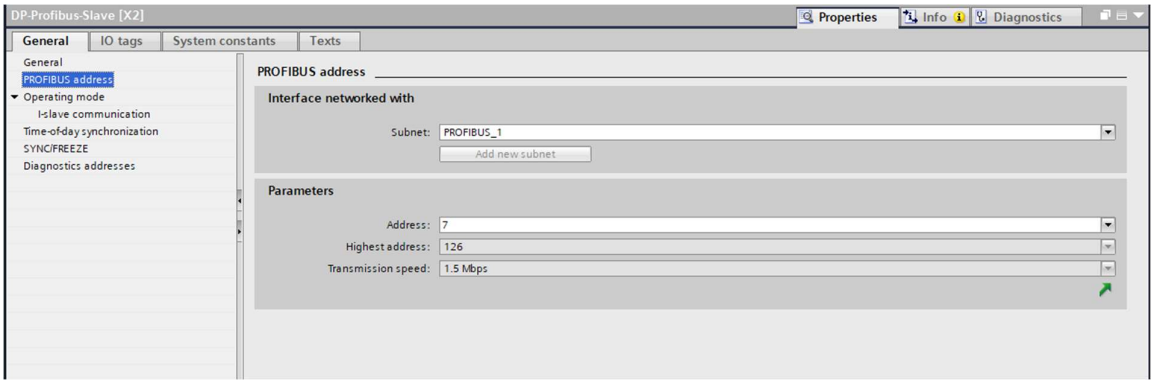
Nous ajoutons notre API dans la station PKF à la fenêtre du projet en utilisant son numéro de série :



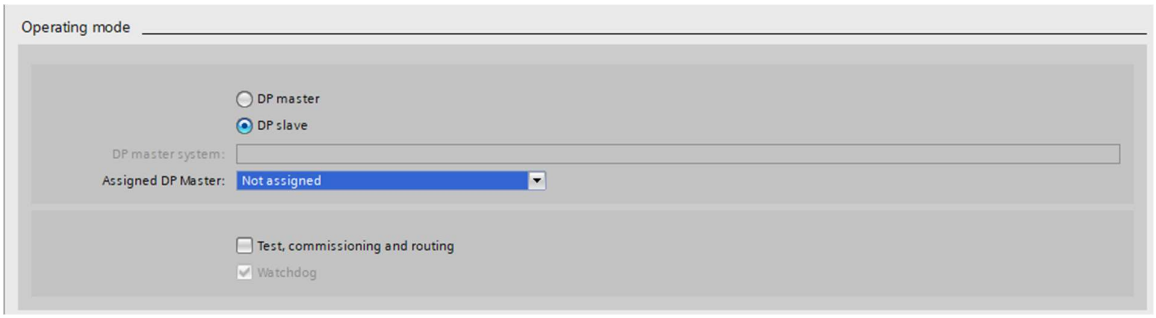
Nous ouvrons la "fenêtre réseau" et double-cliquons sur l'interface que nous allons utiliser, dans ce cas c'est l'interface profibus intégrée (la violette)



Dans l'onglet Propriétés, nous définissons l'adresse de notre choix et la vitesse de transmission optimale (9,6 kbps), nous laissons la vitesse la plus élevée dans la valeur par défaut :



Dans l'onglet "Mode de fonctionnement", nous affectons l'automate comme esclave DP et laissons le maître non affecté

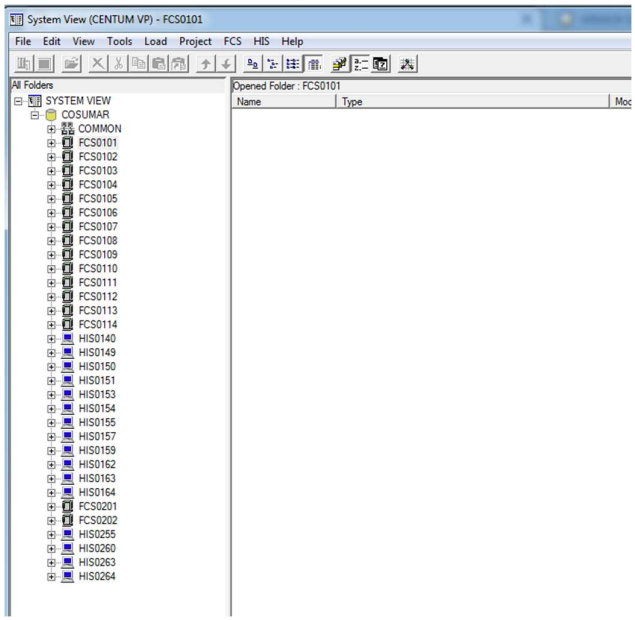


Ainsi, la partie la plus facile est terminée. Nous avons configuré les options de communication Profibus du côté de Siemens à l'aide du portail Tia en quelques étapes rapides et nous sommes maintenant prêts à développer le Yokogawa en tant que serveur de communication.

2. Programmation du centum VP

Voici la vue système de l'unité de production intégrée Yokogawa centum vp appartenant à Cosumar. Il contient 16 unités de contrôle de terrain et 16 stations d'interface humaine.

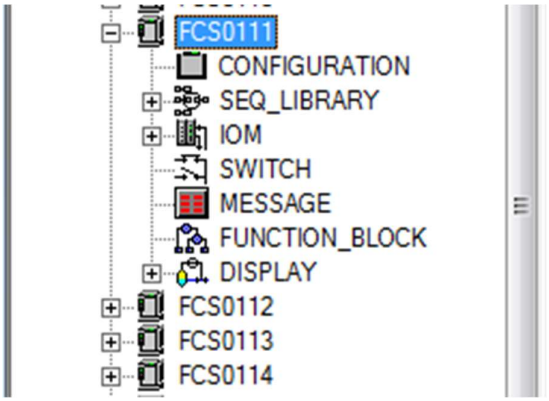
Toute la production est contrôlée et supervisée à l'aide de ce logiciel intégré et il est impossible de l'obtenir à moins que vous ne dirigiez une usine.



Tout d'abord, trouvons la salle de contrôle de STG-02.

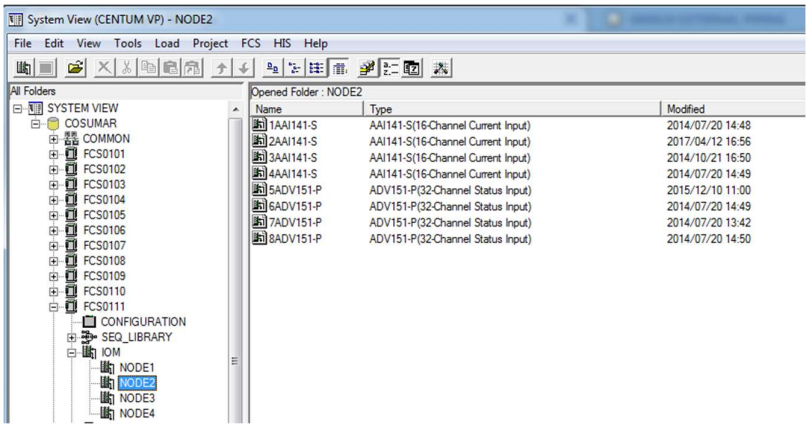
STG-02 contient 3 stations de contrôle de terrain, FCS0111, FCS0112 et FCS0113. Ces informations sont disponibles sur les étuis de protection dans la salle de contrôle STG-02

Dans le système de fichiers, nous travaillerons exclusivement avec des modules d'entrée-sortie pour les communications, c'est-à-dire (IOM)

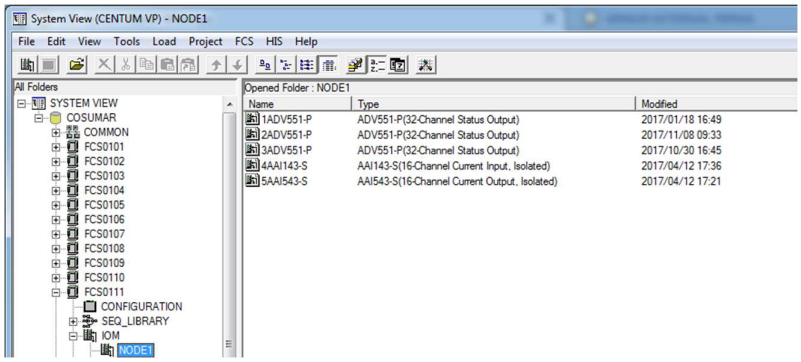


Chaque FCS a des nœuds, et chaque nœud peut contenir jusqu'à 8 modules de n'importe quelle nature d'IOM. Nous travaillerons avec le FCS0111, mais les autres sont également viables.

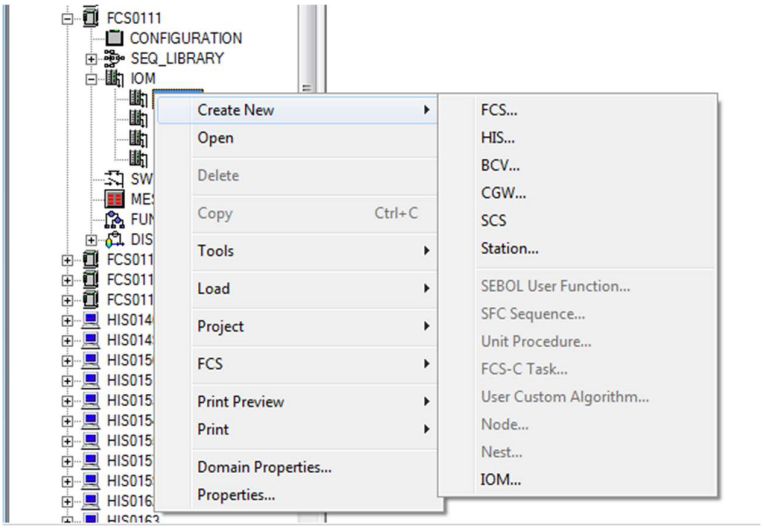
Le FCS0111 contient quatre nœuds, ce qui signifie que l'ensemble du FCS peut prendre en charge jusqu'à 32 modules. Pourtant, certains nœuds sont complètement pleins comme le nœud 2



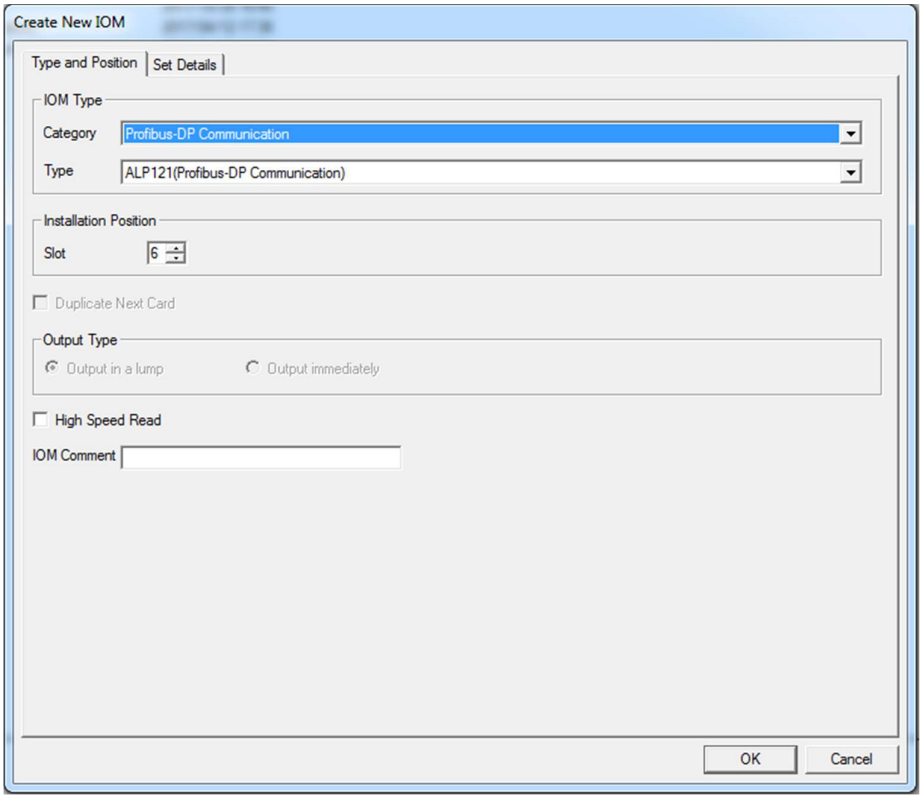
C'est pourquoi nous allons utiliser un nœud qui a encore un espace vide pour le module de communication ALP121 que nous allons ajouter



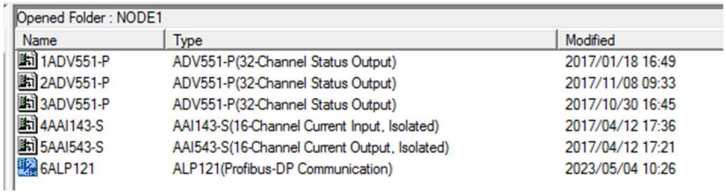
Sur le dossier IOM, on clique sur créer et on ajoute un nouvel IOM



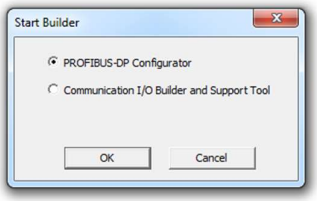
Une nouvelle fenêtre s'ouvre et nous pouvons maintenant définir le type d'IOM que nous ajoutons (un module de communication Profibus) et la position sur le rack, ainsi que définir quelques détails pour de meilleures options de communication



Nous cliquons sur OK, et un nouveau module est ajouté au noeud.

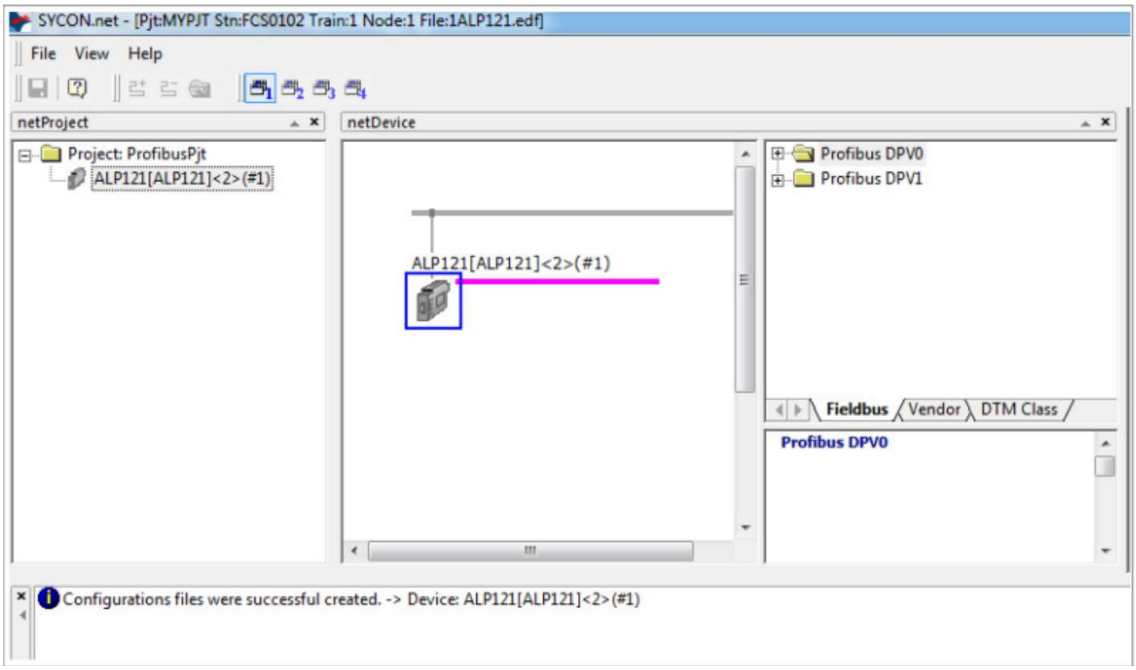


Pour programmer l'ALP121 pour la communication Profibus, nous devons configurer les paramètres. Double-cliquez sur l'ALP121 et vous vous retrouvez face à ces 2 options :

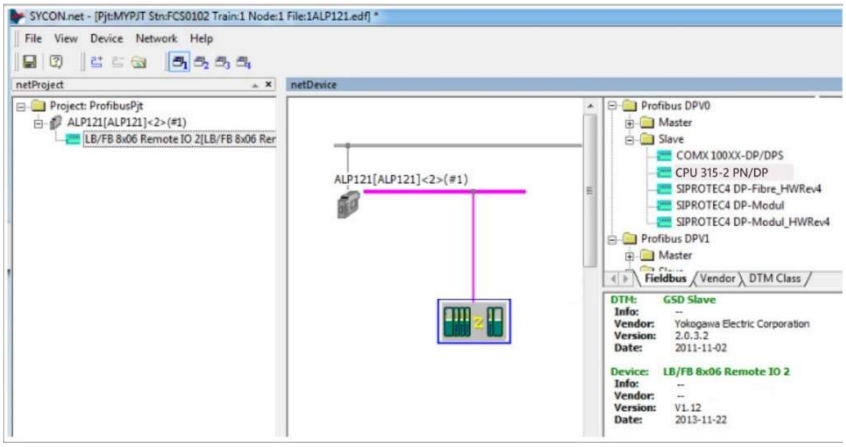


Le configurateur Profibus-DP est l'endroit où nous ajoutons les informations que nous avons configurées sur Siemens s7-300 à l'aide d'un fichier GSD que nous pouvons soit télécharger directement depuis l'appareil, soit obtenir sur le site Web du fournisseur Siemens.

Il est très similaire à l'onglet réseau du portail TIA dans les graphiques

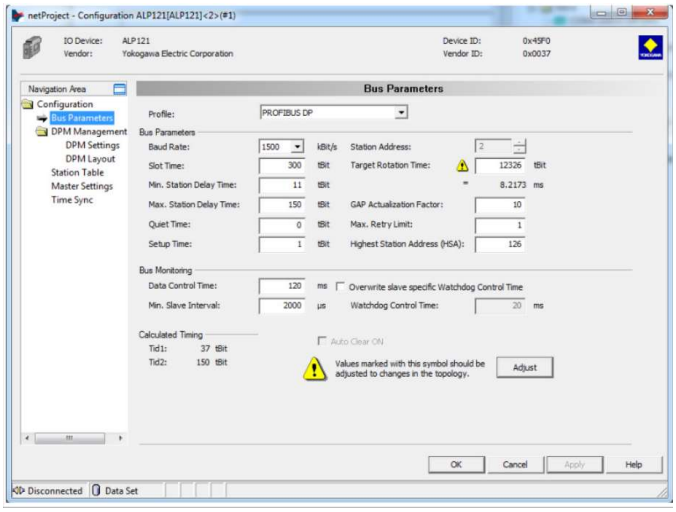


Nous glissons-déposons la CPU 315-2 DP pour la connecter à l'ALP121.

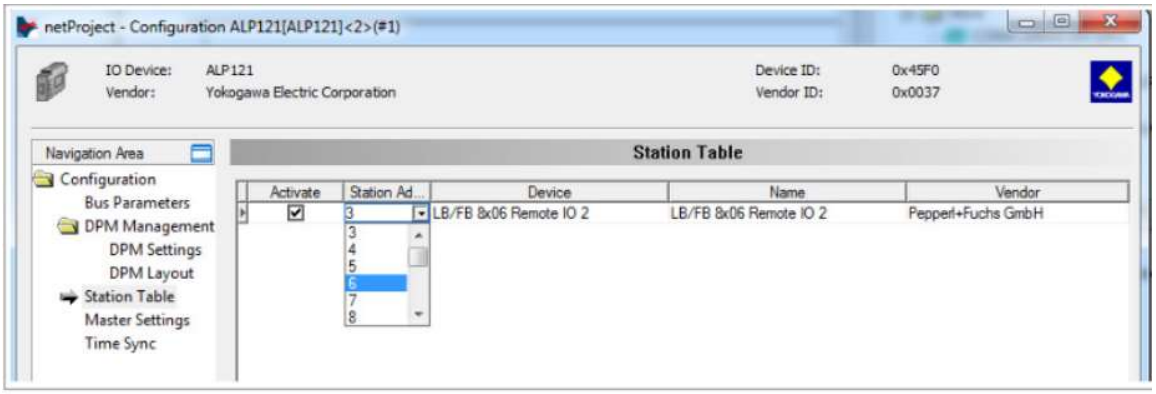


Dans la même fenêtre, nous pouvons modifier l'adresse IP et le débit en bauds de l'ALP121.

Si les valeurs saisies ne correspondent pas aux valeurs saisies sur le portail TIA, un point d'exclamation apparaît à côté de la valeur.

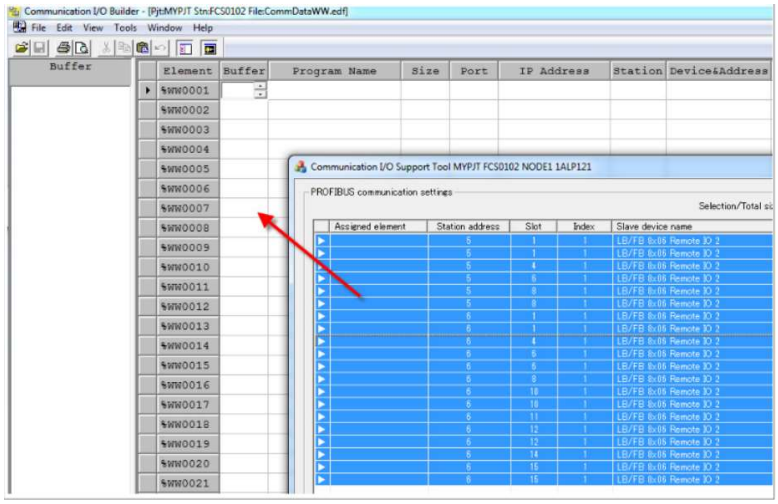


Et puis remplissez le tableau avec les données censées passer du S7-300 au DCS Centum VP

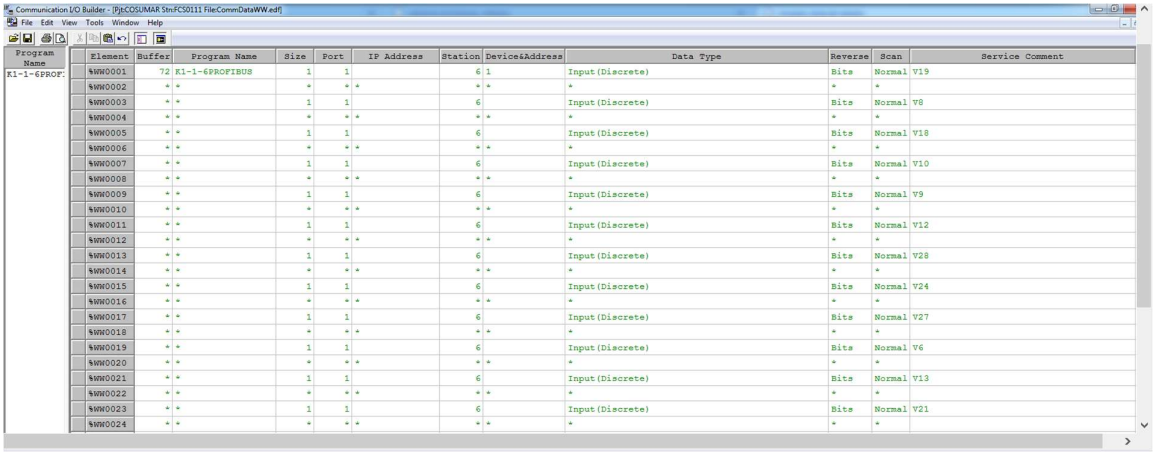


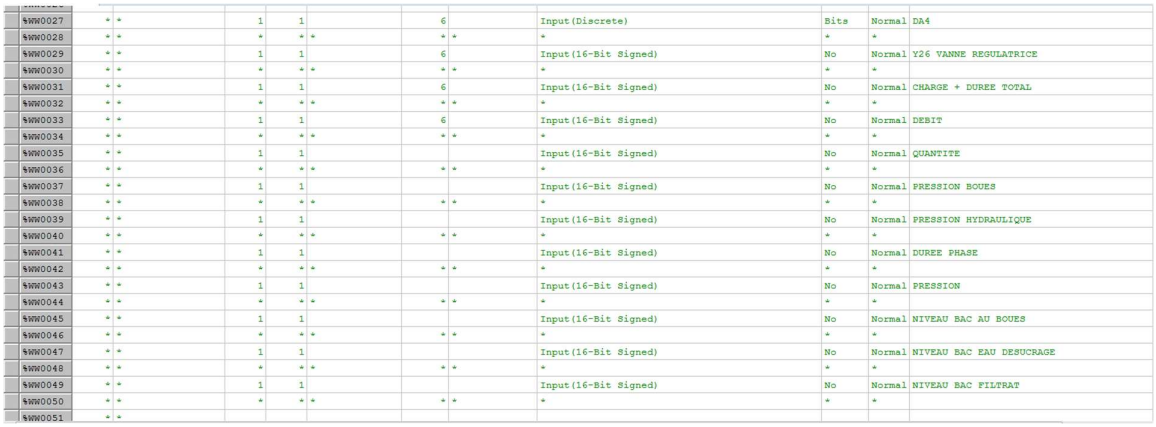
Maintenant importer les données dans le constructeur de communication afin de configurer l'interface de supervision :

Nous choisissons la deuxième option "Comunication IO et le support Builder" et ajoutons toutes les données saisies dans le tableau ci-dessus dans le système



Et cela nous donne, le résultat final qui est l'ensemble des données de communication configurées entre le s7-300 et le DCS yokogawa





- L'élément fait référence à la position des informations dans le tableau.
  - “Buffer” représente la quantité d'espace requis.

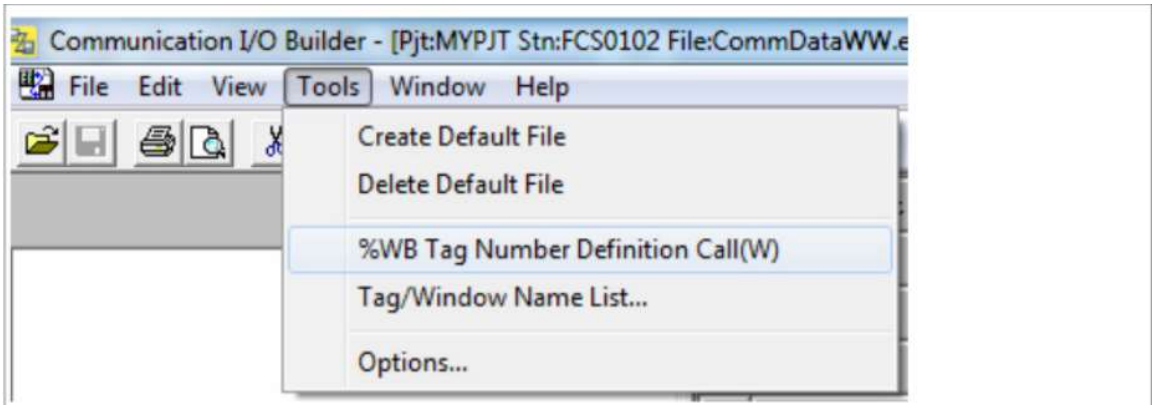
    Nous avons 581 bits, ce qui signifie que nous avons besoin de :

    581 / 16 = 36 mots

    Nous doublons le chiffre donné ci-dessus car chaque mot occupe 2 cases, ce qui nous donne 72.
- La station signifie l'emplacement où le module ALP est installé, c'est-à-dire l'emplacement 6.
- Input (Discrete) = signifie 8 bits sur les informations, bien que nous n'ayons besoin que de 3, nous les configurerons plus tard.
- Input (16 bits signés) = signifie un mot de données ou 16 bits d'information.

Tout le reste est configuré automatiquement à l'aide des informations saisies au début. Nous laissant simplement ajouter les commentaires pour chaque fonction de l'entrée ou de la sortie.

Il s'agit maintenant de définir les états des vannes logiques afin d'animer avec précision l'ouverture et la fermeture des vannes dans le poste de supervision. Dans Outils, nous entrons dans l'onglet suivant :



Maintenant, chaque “Tag” a sa propre table, ce qui signifie %%ww0001 qui était autrefois un message comprenant, disons, 8 bits.

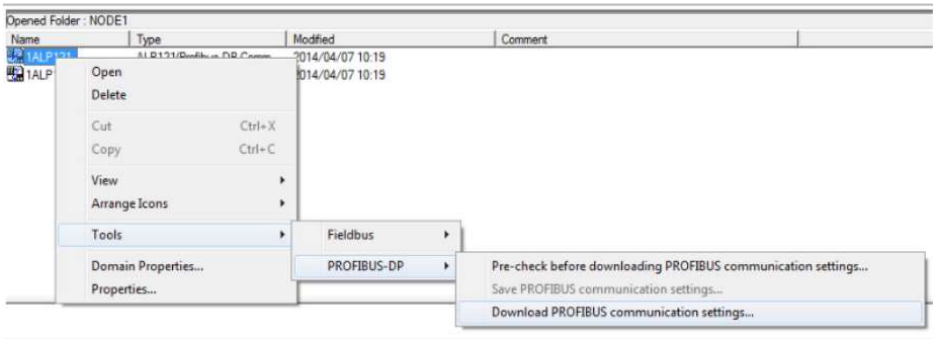
%%WW0001	0	1	0	1	0	1	0	1

A maintenant divisé en petits messages individuels comprenant un bit :

%%WW000101	0
%%WW000102	1
%%WW000103	0
%%WW000104	1
%%WW000105	0
%%WW000106	1
%%WW000107	0
%%WW000108	1

Nous pouvons désormais n'attribuer que 3 bits d'information par vanne au lieu des 8 bits entiers pour gagner de la place et rester dans la limite de 581 bits que nous imposions au départ.

Après avoir défini certaines balises pour l'animation, nous pouvons maintenant télécharger ces informations dans l'ALP121 et, à son tour, dans le FCS pour traitement.



Il ne reste plus qu'à connecter un câble Profibus entre le STG-02 et le S7-300, et à tester la supervision pour d'éventuelles anomalies ou erreurs commises lors de la production de la table.

Pour avoir des informations plus détaillée, On peut échanger le type d'information de **Input - 16 bit signed** à "**Input – 32 Bit signed**", mais il faut augmenter le nombre totale des informations pour l'accomoder.

Pour controller la station PKF d'une distance plus loin que 1200m, on doit utiliser un "RS485 Repeater" pour éviter la perte des informations.

3. Supervision avec DCS

La supervision se fait dans des salles contrôlées avec des ordinateurs protégés par mot de passe et des claviers spécialement conçus pour Yokogawa.

Les graphiques de supervision sont créés à l'aide du système intégré Centum VP, avec l'outil de création de graphiques, et contrôlés par les ingénieurs en observant les alarmes et les graphiques.

Si l'une des alarmes se déclenche ou si l'un des graphiques présente une anomalie pendant un certain temps, les ingénieurs appellent les responsables de la maintenance pour qu'ils vérifient tout, qu'il s'agisse d'une vanne défectueuse, d'un pH-mètre cassé ou d'un véritable incendie.

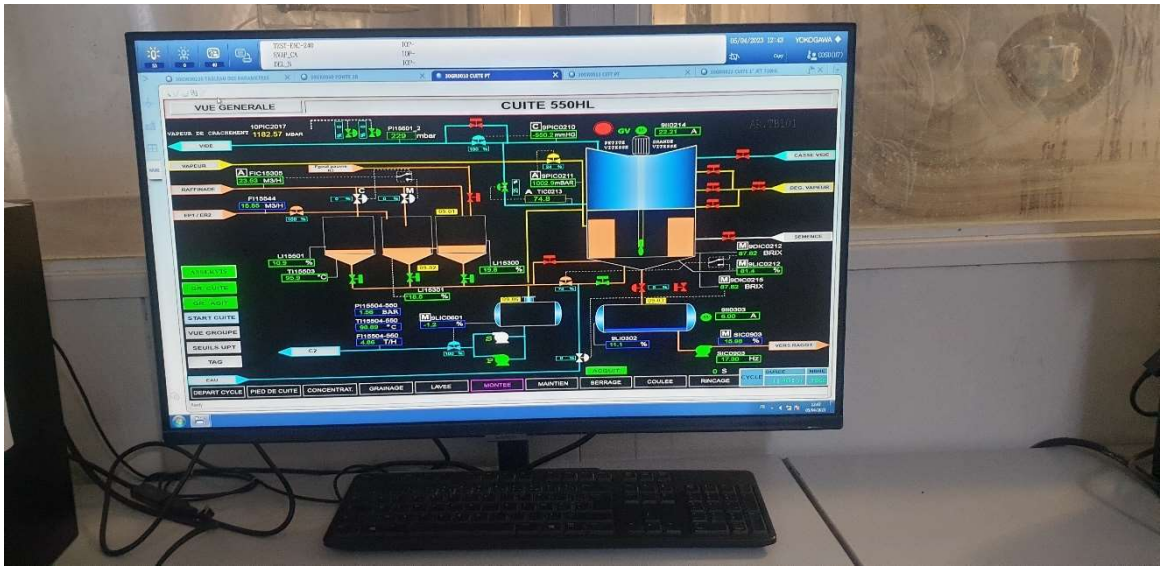


Figure 24: Supervision du Cuite dans STG-01

La fiche de supervision créer pour visualiser les informations communiqué sera programmé dans un des interfaces humaines par l'un des ingénieur spécialisé au graphism de Yokogawa.

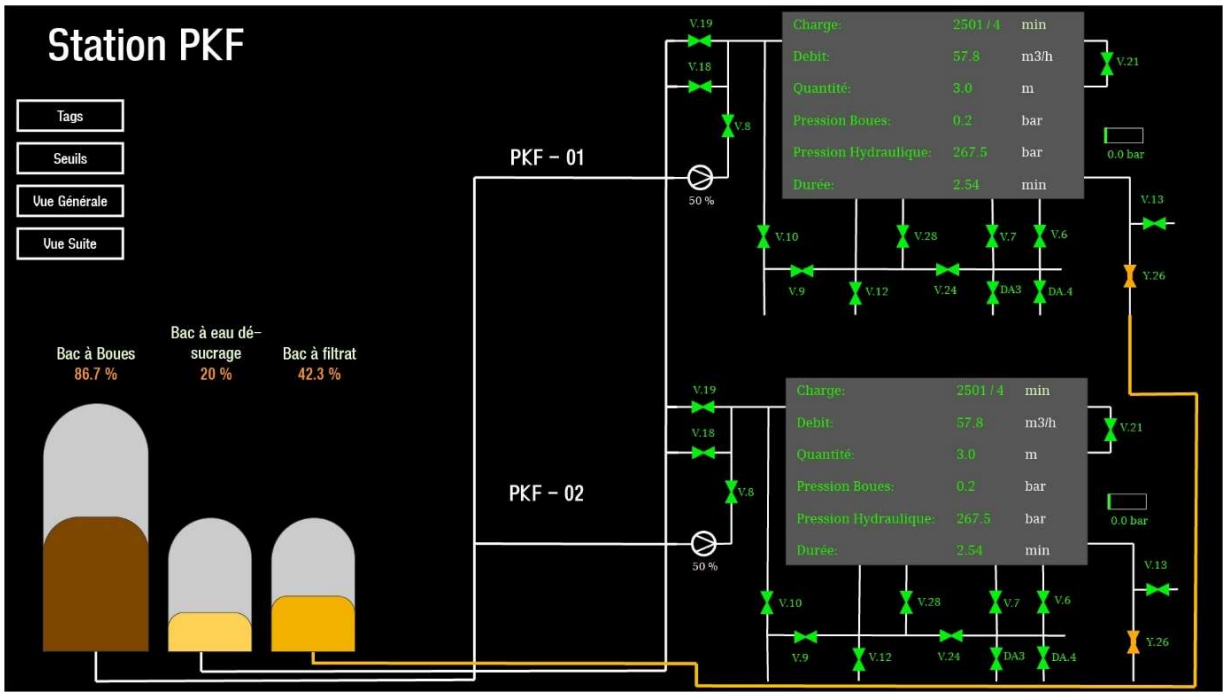


Figure 25: Fiche superviseur du station PKF élémentaire

Comme nous avons assez d'espace pour envoyer plus d'informations, nous ajoutons d'autres fonctions à la carte de supervision, comme un bouton d'arrêt d'urgence et nous le connectons au bouton d'arrêt d'urgence de l'automate programmable, nous pouvons également redémarrer le système à partir de la supervision avec la même méthode.

VI. Vérification:

1. Consigne

Il faut toujours:

- Donner des “tag” unique pour chaque information lors d’installation.
- Garder les informations entrée sans changement, sauf par un responsable.
- Maintenir la securité du cable des éléments hazardeuses.
- Avoir un personel supervisant la machine dans la salle de controle.
- Vérifier que le cable d’information n’est pas endomagée.

2. Bénéfices

- Flexibilité accrue dans le contrôle et l'exploitation du système.
- Réduction de la dépendance à l'égard des unités de contrôle centrales.
- Amélioration de la redondance et de la fiabilité en cas de défaillance de l'unité de contrôle centrale.
- Simplification de la maintenance et de la mise à niveau des sous-systèmes individuels.
- Amélioration de l'interopérabilité avec les systèmes non standard ou anciens.
- Amélioration de la sécurité grâce à une architecture distribuée
- Augmentation de l'évolutivité du système et de sa capacité à s'adapter à l'évolution des besoins
- Amélioration de la résilience du système et de la tolérance aux pannes.

Conclusion:

En conclusion, la mise en place de l'écran de supervision et de la communication d'informations entre le système de contrôle et la station PKF offrent de nombreux avantages.

Tout d'abord, cela permet une surveillance en temps réel de la machine, ce qui est essentiel pour en assurer le bon fonctionnement. En outre, la communication bidirectionnelle facilite la détection précoce des problèmes potentiels et permet une intervention rapide. Enfin, cette intégration améliore l'efficacité globale et la rentabilité du processus de traitement des boues.

Ce que j'ai appris au cours de mon stage, c'est que la capacité d'apprendre et de comprendre de nouvelles choses rapidement et efficacement est une compétence cruciale pour les ingénieurs. Dans un domaine en constante évolution, les ingénieurs doivent se tenir au courant des nouvelles technologies et techniques afin d'améliorer et de créer de nouveaux systèmes. En outre, la capacité d'apprendre rapidement peut donner aux ingénieurs un avantage concurrentiel sur le marché du travail, car ils peuvent s'adapter rapidement à de nouveaux défis et projets. Il est donc essentiel pour les ingénieurs de se former en permanence et de rester ouverts à l'apprentissage de nouvelles choses tout au long de leur carrière. En adoptant une mentalité d'apprentissage, les ingénieurs peuvent rester à la pointe du progrès et apporter une contribution essentielle au domaine.

J'ai beaucoup appris sur les protocoles de communication et sur la manière de les rechercher et de les mettre en œuvre de manière optimale, une compétence qui me sera utile au future pour ma carrière d'ingénieur de maintenance.